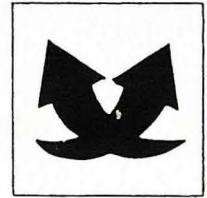




CIRAD



TECHNIFERT S.A.

**PROPOSITION D'UNE APPROCHE RAISONNEE
POUR LA VALORISATION DES PHOSPHATES NATURELS
DU VENEZUELA**

COMPTE RENDU DE MISSION DU 3 AU 17 DECEMBRE 1988

**BINH TRUONG
CHRISTIAN FAYARD
JANVIER 1989
DRN/Engrais - Amendements/89-1**

S O M M A I R E

AVANT PROPOS

RESUME

1	-	CONSTAT DE LA SITUATION ACTUELLE	5
2	-	CONSOMMATION D'ENGRAIS	6
2.1.	-	Evolution dans le temps	7
2.2.	-	Répartition dans l'espace	14
2.3.	-	Répartition par cultures	14
2.4.	-	Répartition par types d'engrais	16
3	-	PRIX DES ENGRAIS	19
4	-	L'INDUSTRIE DES ENGRAIS	21
5	-	DISTRIBUTION DES ENGRAIS	24
6	-	DISPONIBILITE EN PHOSPHATES NATURELS	30
6.1.	-	Etat de Falcon	34
6.2.	-	Etat de Merida	39
6.3.	-	Etat de Tachira	39
7	-	TRAITEMENTS INDUSTRIELS	46
7.1.	-	Riecito	46
7.2.	-	Monte Fresco	46

8 -	ESSAIS AGRONOMIQUES	50
9 -	LES ATOUTS ET LES CONTRAINTES D'UNE INDUSTRIE DES ENGRAIS	55
10 -	LES ETAPES DES ACTIONS A ENTREPRENDRE	65
11 -	FABRICATION DE PHOSPHATES PARTIELLEMENT SOLUBILISES	67
12 -	METHODE D'ECHANTILLONNAGE	73
13 -	CONCLUSION	77
	BIBLIOGRAPHIE	78
	ANNEXES : Itinéraire de la Mission	80
	Personnes rencontrées	82

AVANT - PROPOS

Cette mission a été effectuée à la demande de la **Société PALMAVEN** et du **Ministère de l'Agriculture Français**, et avait pour objet :

- Examen des données sur les phosphates du Venezuela, pour rechercher leur meilleure utilisation possible.
- Proposer éventuellement un programme de coopération avec les partenaires vénézuéliens.

Nous avons parcouru cinq Etats, du Nord au Sud (voir itinéraire), visité des mines de phosphates, des usines d'engrais, des centres de recherches, des projets de développement et des organismes officiels à Caracas. Partout, nous avons rencontré une grande collaboration, en particulier avec :

PALMAVEN, FOSFASUROESTE, UPESUROESTE, MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES, FONAIAP, FACULTAD DE AGRONOMIA (UCV).

Nous tenons à remercier très sincèrement toutes les personnes qui ont bien voulu nous consacrer leur temps, faciliter nos visites, fournir tous les renseignements souhaités.

R E S U M E

CONSTATS

- 4 gisements présentent un intérêt :
 - . intérêt immédiat (exploitation en cours) : Riecito, Monte Fresco
 - . intérêt à plus long terme : Lizardo, Navay
- Utilisation encore très limitée (30 à 50.000 T/an - projeté en utilisation directe, utilisation à Moron pour la fabrication de l'acide phosphorique).
- Essais de détermination de l'efficacité agronomique fragmentaires.
- Données concernant les phosphates très variables (pas d'échantillons représentatifs des gisements).
- Actions non suffisamment coordonnées entre les différents partenaires intéressés par le projet (Mines, Agronomie, Production).
- Plan de développement de la production nationale tourné vers la fabrication de l'acide phosphorique et des dérivés solides MAP et DAP. Lié à la mise en oeuvre d'unités de bulk-blending.
- Problèmes de distribution (saisonnalité de la demande, pénurie de moyens de transport en saison).
- Production nationale insuffisante pour subvenir à la demande actuelle, importation très importante coûteuse en devises.
- Engrais fortement subventionnés, ayant pour conséquence un marché fragile. (Quel comportement au cas où ces subventions seraient diminuées ou supprimées).

CONCLUSIONS

- Nécessité de faire une caractérisation complète des phosphates.
- Assistance nécessaire à la réalisation des essais agronomiques.
- Existence d'un marché pour des produits alternatifs (moins sophistiqués, plus économiques, et qui pourraient être mis en oeuvre plus rapidement) - (phosphate pour application directe, phosphate partiellement solubilisé, phosphate + soufre, etc ...).
- Nécessité d'avoir une approche plus intégrée de la fertilisation, tenant compte :
 - . des conditions d'utilisation (sols, climats)
 - . des besoins réels des cultures
 - . de la politique nationale concernant la fertilisation
 - . des conditions économiques de l'environnement.
 - . etc...

PROPOSITIONS D'ACTIONS

- A) Préparation d'échantillons significatifs du gisement (Riecito, Monte Fresco).
Envoi en France de deux échantillons (5 tonnes chacun).
- B) 1. Caractérisation des phosphates (minéralogique, cristallographique, physico-chimique, chimique, solubilité, tests de mobilité du P_2O_5).
2. Diagnostic des types d'utilisation envisageables :
- . Application directe
 - . Solubilisation partielle
 - . Phosphate soufré
 - . Solubilisation totale

3. Préconisation de traitements éventuels d'amélioration.
 4. Mise au point en pilote des produits correspondant à :
 - . Application directe
 - . Solubilisation partielle (SO_4H_2 , PO_4H_3 , mixte, complexe)
 - . Phosphore + soufre

Formulation et présentation (granulé, microgranulé, compacte, poudre).
 5. Evaluation en laboratoire des produits fabriqués.
 6. Sélection des produits agronomiquement efficaces (sur deux sols locaux).
 7. Fabrication en pilote à plus grande échelle, d'échantillons destinés aux essais aux champs, test de compatibilité (urée) et de conservation (enrobage).
 8. Paramétrage des données techniques de fabrication.
 9. Evaluation agronomique aux champs (stations et milieu paysan) sur une échelle représentative du pays, test de démonstration et d'acceptabilité par les paysans.
 10. Etude de faisabilité.
- C) Plan de formation et de soutien des intervenants locaux (caractérisation des produits, évaluation agronomique, exploitation).

I - CONSTAT DE LA SITUATION ACTUELLE

- La production agricole du Venezuela ne couvre pas les besoins, d'où la nécessité d'une **importation** particulièrement coûteuse en devises. Le taux de couverture de 1984 à 1987 était de 26,35 % et le déficit s'élevait à 934 millions US \$ par an.
- Prise de conscience des autorités de la nécessité d'un développement de l'agriculture avec un désir de rééquilibrer l'économie (Agriculture/industrie, zone côtière Nord/intérieur et Sud du pays).
- Le Venezuela possède un potentiel important de développement du secteur agricole lié aux surfaces disponibles, au climat, etc...
- Une subvention générale des produits agricoles qui pèse sur le budget de l'Etat.
- Les engrais sont un des facteurs importants de la production agricole. Il existe donc un fort marché potentiel, mais celui-ci est particulièrement fragile, car subventionné à 80 %. L'Etat Vénézuélien désire se désengager de cette subvention.

L'objectif est donc de maintenir voire augmenter la consommation d'engrais sans peser exagérément sur le budget national, en diminuant les importations et développant la production d'engrais plus adaptés et plus économiques, en particulier par la valorisation des phosphates locaux.

2 - CONSOMMATION D'ENGRAIS

Selon les statistiques de la FAO, le Venezuela est le plus gros consommateur d'engrais de la région par unité de surface et par tête d'habitant (cf. Tableau 1), mais comparativement aux Etats-Unis ou à l'Europe, il y a encore des possibilités de développement.

TABLEAU 1 : Consommation d'engrais en Amérique du Sud en kg de $N + P_2O_5 + K_2O$

Pays	Par Ha de superficie agricole	Par Ha de terres arables et cultures permanentes	Par tête d'habitant
ARGENTINE	0,9	4,3	5,0
BOLIVIE	0,2	2,0	1,0
BRESIL	16,2	51,4	28,5
CHILI	12,7	40,0	18,2
COLOMBIE	9,0	77,0	13,9
EQUATEUR	14,2	40,9	11,0
PEROU	3,8	31,4	5,8
VENEZUELA	25,1	140,5	30,1
AMERIQUE DU SUD	9,2	39,7	20,5
U.S.A.	40,4	91,8	72,4
EUROPE	144,2	230,8	65,2

SOURCE : FAO, annuaire des engrais 1987.

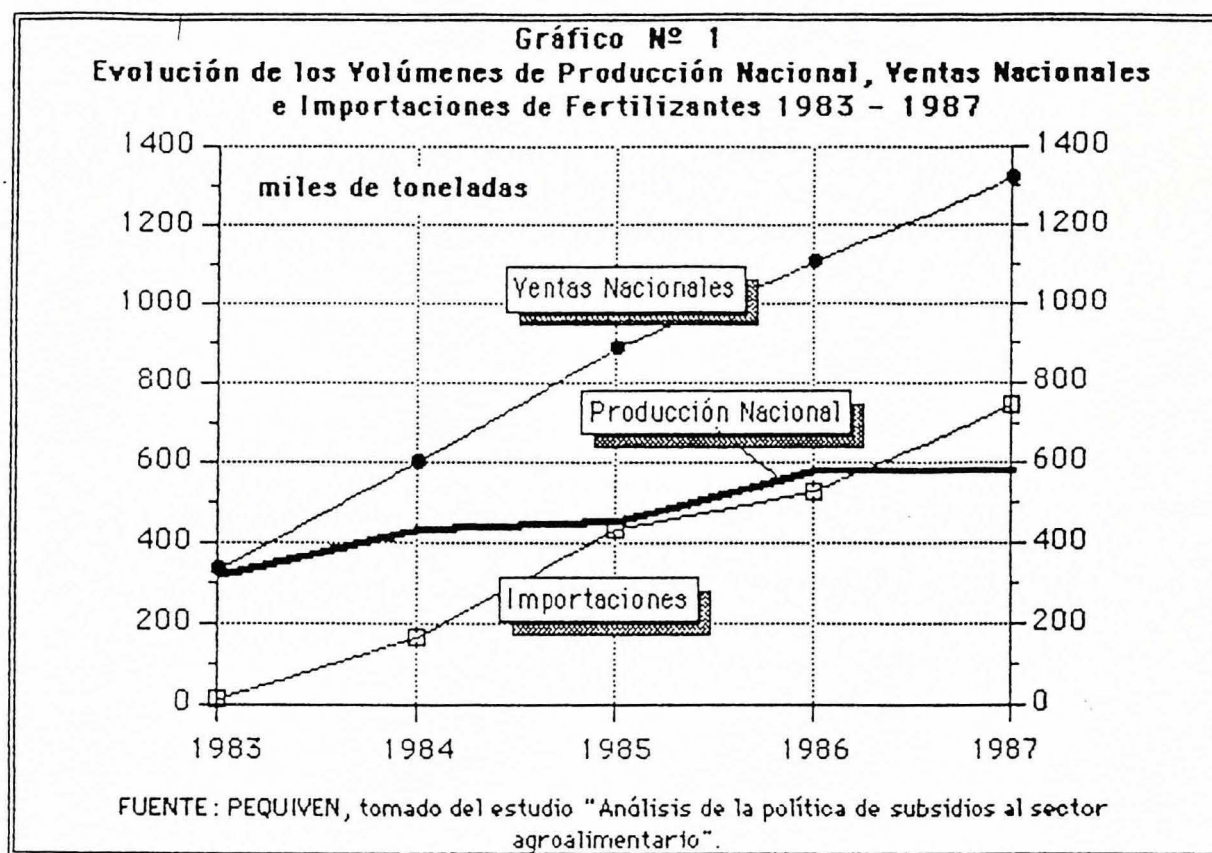
2.1. Evolution dans le temps

Le tableau 2 et la figure 1 montrent que l'augmentation a été très rapide depuis 1983, en moyenne 40 % par an, ce qui est considérable. Mais, cette tendance devrait être analysée plus finement :

- Par suite de la suppression de la subvention aux engrais en 1981, la consommation a chuté de 35 % et restait à ce faible niveau pendant 3 ans.
- Cette compression de la demande a provoqué une explosion en 1984 avec le rétablissement de la subvention. Cette onde de choc s'étale sur 5 ans et les taux d'augmentation annuelle s'atténuent progressivement :

. 1983 - 1984	:	+ 69,1 %
. 1984 - 1985	:	46,3 %
. 1985 - 1986	:	24,4 %
. 1986 - 1987	:	19,7 %
. 1987 - 1988	:	11,0 %

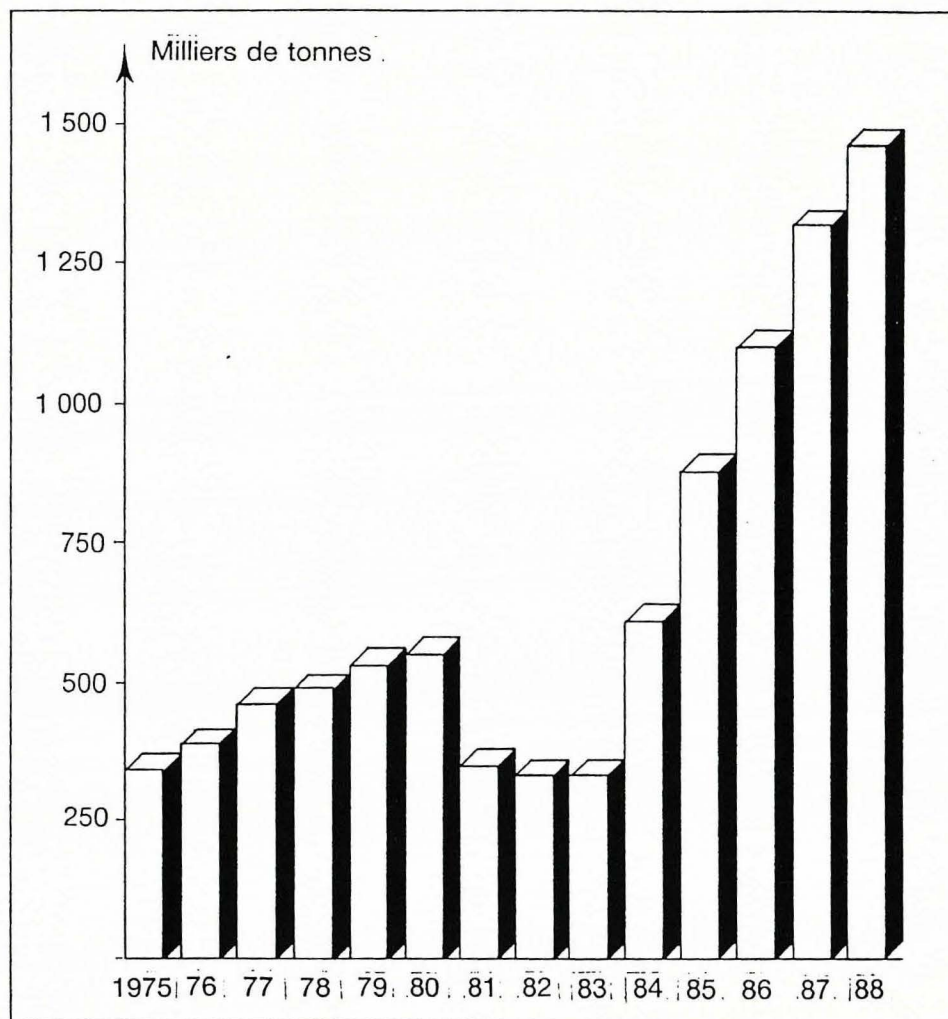
Cuadro Nº 2 VENTAS, IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE FERTILIZANTES 1979 - 1987				
Años	Ventas (MTM)	Importaciones (MM\$)	Exportaciones (MM\$)	Saldo (MM\$)
1979	535,2	55,0	19,6	-35,4
1980	553,9	92,0	29,8	-62,2
1981	354,9	69,8	49,1	-20,7
1982	356,9	114,8	30,8	-84,0
1983	358,7	2,3	38,4	36,1
1984	606,6	39,9	42,4	2,5
1985	887,9	94,2	19,8	-74,4
1986	1.104,7	116,8	19,8	-97,0
1987	1.323,0	130,3	28,0	-102,3
FUENTE : PEQUIVEN.				



- La consommation dans les années à venir dépend en grande partie de la position de l'Etat vis-à-vis des subventions.

Selon l'hypothèse de PALMAVEN, vérité des prix en 3 ans (cf. Tableau 3), la baisse serait faible et étalée dans le temps. Cette situation serait plausible avec des mesures d'accompagnement :

- Rééquilibrage des prix des produits agricoles et assouplissement des crédits de campagne ; le secteur agricole a bénéficié de gros financements ces dernières années (3.876 millions de Bolívares en 1987) ce qui le rend moins vulnérable qu'en 1981.
- Meilleures utilisations des engrais pour éviter les gaspillages, en fonction des sols, des cultures, et des niveaux de rendements escomptés.
- Arrêt des trafics vers la Colombie.



Consommation d'engrais de 1975 à 1988.



PALMA/EN S.A.

**PROYECTO DE MEZCLAS GRANULADAS
E INVERSIONES ASOCIADAS**

TABLEAU 3A: SE MANTIENEN LOS PRECIOS ACTUALES

	1989	1990	1991	1992	1993
DEMANDA (MTm)	1691	1831	2028	2138	2166
COSTOS (MMBs)	6407	8202	10254	11518	14108
INGRESOS (MMBs)	1124	1221	1353	1426	1445
APOR. EJEC.SUB (MMBs)	5283	6981	8901	10092	12663
% PVP EN COSTO TOTAL	18	15	13	12	10
PRECIO VENTA (Bs/Tm)	667	667	667	667	667
IMPORT.FERTI.TERM.(MM\$)	196	252	316	286	283
APORTE.EJEC.MEZC.	1000	500	500	-	-
APORTE EJEC.PETROQ.	646	3284	4082	2844	1160
APORTE EJEC.TOTAL	6929	10765	13483	12936	13823



PALMAVEN S.A.

PROYECTO DE MEZCLAS GRANULADAS E INVERSIONES ASOCIADAS

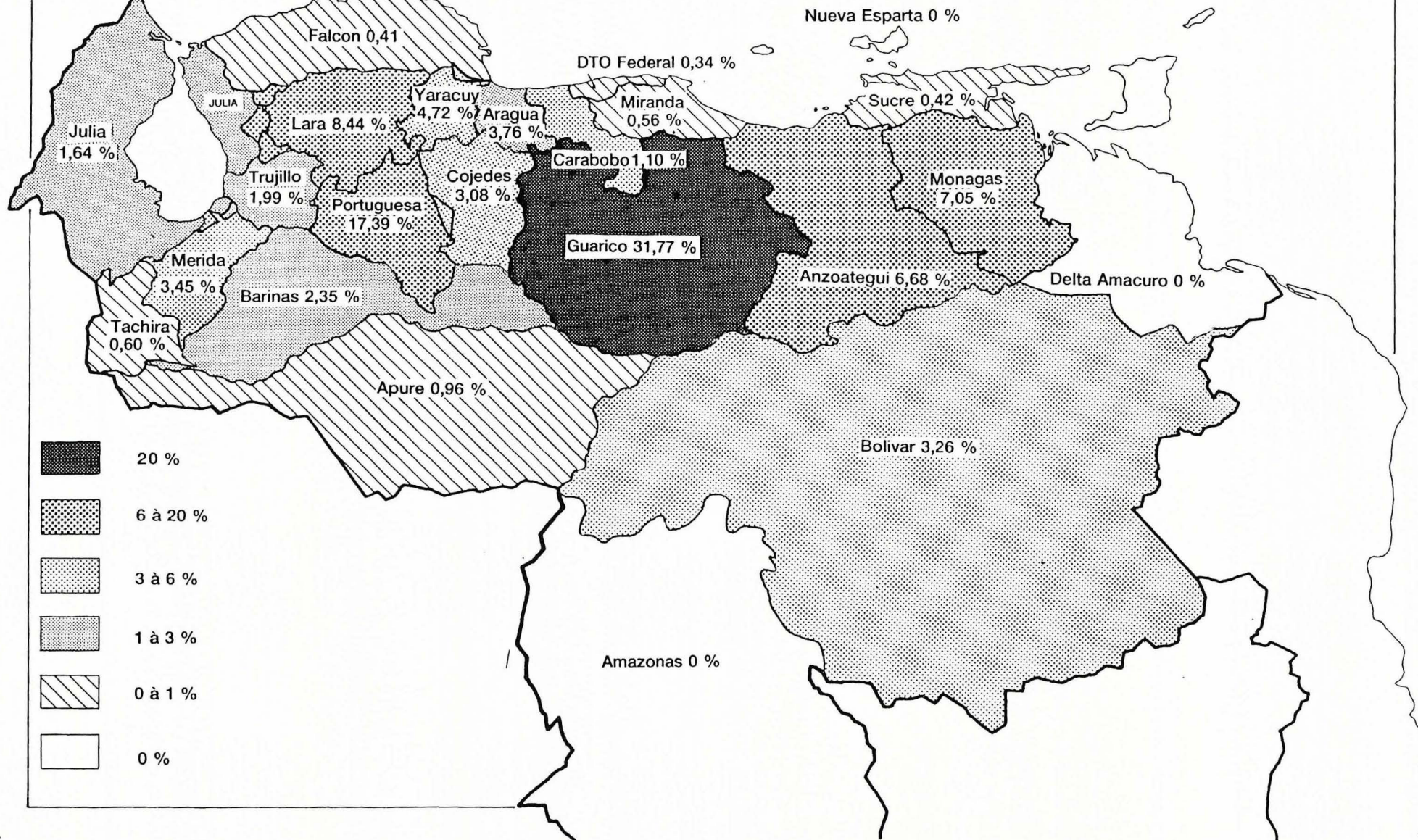
TABLEAU 3 :

B: SINCERACION DE PRECIOS EN 3 AÑOS

	1989	1990	1991	1992	1993
DEMANDA (MTm)	1351	1283	1251	1145	1202
COSTOS (MMBs)	5077	5726	6461	6579	8195
INGRESOS (MMBs)	3481	4928	6062	6579	8195
APO.EJEC.SUB.(MMBs)	1596	798	399	0	0
PRECIO VENTA (Bs/Tm)	2577	3841	4846	5746	6818
IMPORT.FERTIL. (MM\$)	122	126	129	51	45
TERM.APORT.EJEC.MEZC.	1000	500	500	-	-
APORTE EJEC.PETROQ.	646	3284	4082	2844	1160
APOR.EJEC.TOTAL	3242	4582	4981	2844	1160

Consommation d'engrais

Répartition en % par Etat (d'après PALMAVEN)



TABLAU 4 : Consommation d'engrais par Etat.

Entités fédérales	1986		1988 (Janvier à Septembre)	
	Tonnage	%	Tonnage	%
ANZOATEGUI	54.505	5,10	69.109	6,68
APURE	7.963	0,74	9.975	0,96
ARAGUA	51.058	4,78	38.923	3,76
BARINAS	58.601	5,48	24.334	2,35
BOLIVAR	30.988	2,90	33.728	3,26
CARABOBO	11.046	1,03	11.349	1,10
COJEDES	27.000	2,52	31.888	3,08
DTTO FEDERAL	4.112	0,38	3.562	0,34
FALCON			4.277	0,41
GUARICO	263.392	24,64	328.513	31,77
LARA	100.690	9,42	87.302	8,44
MERIDA	46.753	4,37	35.642	3,45
MIRANDA	4.428	0,41	5.789	0,56
MONAGAS	111.025	10,38	72.950	7,05
NUEVA ESPARTA				
PORTUGUESA	176.102	16,46	179.790	17,39
SUCRE	2.831	0,26	4.378	0,42
TACHIRA	24.539	2,29	6.209	0,60
T.F. AMAZONAS				
T.F. DELTA AMACURO				
TRUJILLO	23.528	2,20	20.624	1,99
YARACUY	54.832	5,14	48.817	4,72
ZULIA	15.421	1,44	16.962	1,64
TOTAL	1.068.814		1.034.121	

2.2. Répartition dans l'espace

La consommation des engrais se concentre dans le Centre et le Nord du pays (cf. Figure 2 et Tableau 4). Deux Etats, Guarico et Portuguesa, représentent environ la moitié des ventes en 1988, et 5 Etats sur 23 utilisent 71,33 %.

Cette répartition inégale impose une double contrainte. Satisfaire les besoins actuels des Etats gros consommateurs et inciter pour développer la consommation dans les autres Etats. Le système de distribution actuel s'inscrit déjà dans ce contexte, mais il ne faut pas le perdre de vue dans les projets d'implantation des nouvelles usines de production.

2.3. Répartition par culture

Les cultures dans l'ensemble sont bien fertilisées, 88 % pour les céréales, 78 % pour les oléagineux (cf. Tableau 6). Il y a quelques exceptions : 35 % pour le cacao, 20 % pour le café et 15 % pour l'igname.

Les deux principales cultures :

- Maïs 1.275.000 ha dont 893.000 ha fertilisés
- Sorgho 763.000 ha dont 725.000 ha fertilisés

représentent 56 % des surfaces fertilisées et plus de la moitié des consommations d'engrais; pourtant les rendements demeurent faibles pour des doses de 450 à 475 kg d'engrais/ha.

TABLEAU 5 : Bilan de la fertilisation du maïs et du sorgho

Cultures	Rendements 1987 en T/ha	Termes du Bilan	Eléments fertilisants kg/ha		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Maïs	1,85	Fertilisation	105	62	35
		Exportation	48	22	38
		Bilan	+ 56	+ 40	- 3
Sorgho	1,99	Fertilisation	120	51	44
		Exportation	67	14	34
		Bilan	+ 53	+ 37	+ 10

TABLEAU 6 : Consommation d'engrais par les principales cultures en 1988, en T. fertilisants.

Cultures		Surface fertilisée en milliers Ha	En % surface cultivée	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CEREALES	: Maïs	893	70	92.875	55.369	31.256
	Sorgho	725	95	86.696	37.000	31.922
	Riz	227	100	27.006	11.801	6.808
TUBERCULES	: Pomme de Terre	28	90	6.435	6.323	5.845
	Manioc	27	40	533	787	473
	Igname	3	15	68	100	60
OLEAGINEUX	: Arachide	16	100	1.993	4.951	1.109
	Palmier	14	100	256	256	362
	Sésame	108	45	4.430	3.890	1.945
	Soja	7	70	490	1.190	63
MARAICHÈRES		46	100	8.662	5.736	1.417
FRUITS	: Banane	61	60	3.586	3.586	4.123
	Orange	48	80	8.449	7.056	8.928
	Avocat	18	60	1.503	2.005	1.450
PATURAGES		304	100	26.436	13.978	16.712
AUTRES	: Canne à suc- cre	163	95	26.129	40.019	19.989
	Café	90	20	10.584	10.674	5.280
	Coton	64	95	5.962	2.685	1.822
	Cacao	29	35	2.767	3.468	2.957
TOTAL		2.871	Moyenne : 69 %	314.860	210.874	142.521

SOURCE : PALMAVEN

Si on tenait compte des fournitures du sol et des restitutions par les résidus de récolte, le bilan serait encore plus positif.

Il y a donc lieu de chercher :

- Les autres facteurs limitants du rendement.
- Moduler les doses d'engrais en fonction des richesses du sol, des pratiques culturales et des niveaux de rendements escomptés.

Dans les deux cas, on aboutit à augmenter l'efficacité des engrais et à faire des économies. La vérité des prix provoquera sans doute cette prise de conscience.

2.4. Répartition par types d'engrais

La gamme des produits est assez large et équilibrée (cf. Tableau 7), la moitié est sous forme d'engrais simples et l'autre moitié en complexes.

Le phosphore est utilisé sous forme soluble, la part du phosphate naturel broyé est négligeable (1.000 T en 1987).

2.5. Besoins en phosphate

Les différentes sources se recoupent assez bien :

. Consommation par cultures (cf. Tableau 5) en T de P_2O_5)	210.874
. Consommation par types d'engrais (cf. Tableau 7)	215.577
. Estimation par FOSFASUROESTE (cf. Tableau 8)	214.000
<hr/>	
En moyenne	213.483

Compte tenu des incertitudes sur les subventions, il n'est pas aisé de faire des projections dans l'avenir, il vaut mieux retenir comme hypothèse de travail 213.000 T de P_2O_5 soit 710.000 T de phosphate à 30 % de P_2O_5 .

TABLEAU 7 : Consommation par types d'engrais en 1988.

Type d'engrais	Tournage	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Urée	379.338	174.495		
Sulfate d'ammoniaque (SA)	50.827	10.673		
Phosphate d'ammoniaque (DAP)	134.571	24.222	61.902	
Superphosphate triple (TSP)	30.898		13.904	
Chlorure de potassium (CP)	56.615			33 969
Sulfate de potassium (SP)	28.197			14.098
12 - 24 - 12 CP	176.940	21.232	42.465	21.232
15 - 15 - 15	262.788	39.418	39.418	39.418
12 - 12 - 17/2	128.484	15.418	15.418	21.842
16 - 16 - 8	149.124	23.859	23.859	11.930
13 - 26 - 6	71.581	9.305	18.611	4.294
TOTAL	1.469.363	318.622	215.577	146.783

SOURCE : PALMAVEN

Pour une surface totale cultivée de : 4.639.665 ha et une surface totale fertilisable : 3.220.327 ha, soit 69 % en moyenne.



FOSFASUROESTE
FOSFATOS DEL SUROESTE C.A.
EMPRESA DEL F.I.V.

TABLEAU 8 :REQUERIMIENTO DE FOSFORO (P_2O_5) EN LA AGRICULTURA VENEZOLANA
(T.M)

AÑOS	CULTIVOS	PASTOS	ALIMENTO C.	SUPLEMENTO VACUNO	TOTAL
1.988	122.200	49.500	20.000	22.300	214.000
1.993	183.200	96.500	22.300	43.500	345.500
2.000	311.500	158.300	25.600	71.400	566.800

3 - PRIX DES ENGRAIS

Ils sont très bas par rapport au coût de production ou d'importation, puisque la subvention représente 80 % sur le coût moyen en 1988 (cf. Tableau 9 et Figure 3).

Depuis le rétablissement de la subvention en 1984, l'Etat a déboursé 7.150 millions de Bolivars pour maintenir constants les prix des engrais.

En 1989, du fait de l'augmentation générale des coûts de production et du changement du taux du dollar, le prix d'achat pour PALMAVEN serait de 3.900 Bs/T. Le prix de vente aux utilisateurs maintenu à 663 Bs/T, la subvention s'élèverait à 5.283 millions de Bolivars.

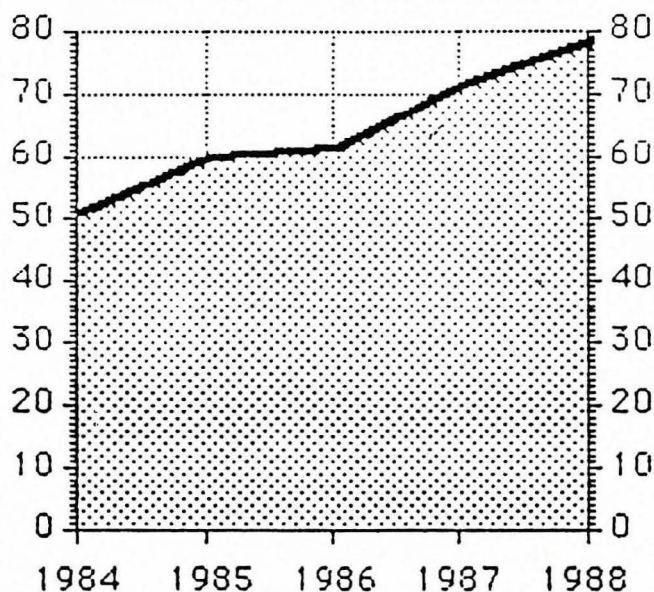
En fait, il y a une cascade de subventions, sur le taux de change à l'importation, sur le coût de la fabrication, sur le transport et la distribution.

Il appartient à l'Etat d'assurer un équilibre entre les coûts des intrants et les revenus des agriculteurs, pour éviter les tensions et les à coups comme celui de 1981.

Dans un tel contexte, tout est lié, mais pour desserrer l'étau, il faut commencer par quelque chose, la plus logique serait de revoir la fabrication et essayer de diminuer les coûts de production.

Gráfico Nº 3

**Evolución de la Proporción Subsidiada
del Precio de los Fertilizantes
1984 - 1988
(porcentajes)**



FUENTE: PEQUIVEN.

Tableau 9 : Prix de ventes des engrais aux utilisateurs

Source : PALMAVEN

PRODUCTO			PRECIO DE VENTA DE LOS FERTILIZANTES	
CODIGO	PRODUCTOS SIMPLES Y COMPUESTOS	FORMULACION	Bs / TM	Bs. / SACO 50 Kgs.
203002	Urea	46% N	649,00	32,45
203001	Sulfato de Amonio	21%N-24%S	550,00	27,50
100001	Cloruro de Potasio	60% K ₂ O	540,00	27,00
100011	Sulfato de Potasio	50% K ₂ O-17%S	685,00	34,25
201103	Superfosfato Triple	46% P ₂ O ₅	616,00	30,80
202207	Fosfato Diamónico	46% P ₂ O ₅ -18%N	706,00	35,30
100004	Sulfato de Magnesio Monohidratado	27% MgO-22%S	1.083,00	54,15
100004	Sulfato de Magnesio Heptahidratado	16% MgO-13%S	1.083,00	54,15
100003	Oxido de Magnesio		1.139,00	56,95
PRODUCTOS GRANULADOS				
202208	12-24-12 CP GDO	N-P-K	700,00	35,00
202220	13-26-06 CP GDO	N-P-K	672,00	33,60
202210	15-15-15 CP GDO	N-P-K	659,00	32,95
202215	16-16-08 SP GDO	N-P-K	663,00	33,15
202213	12-12-17 SP GDO	N-P-K	672,00	33,60
MICROELEMENTOS				
204001	Sulfato de Cobre		2.180,00	109,00
100013	Sulfato de Hierro		813,00	40,65
204002	Sulfato de Zinc		1.240,00	62,00
100014	Sulfato de Manganeseo		1.139,00	56,95
204003	Borax		1.058,00	52,90

4 - L'INDUSTRIE DES ENGRAIS

Ce secteur est du domaine de PEQUIVEN dont les capacités de production sont très importantes :

EL TABLAZO

Dans l'Etat de Julia, près des champs pétroliers, spécialisé dans la production d'azote, environ 800.000 T d'urée et 500.000 T d'ammoniac par an.

MORON

Dans l'Etat de Carabobo, près du Port de Puerto Cabello, la gamme de production est très large.

• Ammoniac, capacité	600 T/j	ou	198.000 T/an
• Urée	750 T/j		247.000 T/an
• Acide nitrique 53 %	185 T/j		61.000 T/an
• Acide nitrique 98 %	30 T/j		9.900 T/an
• Sulfate d'ammoniaque	240 T/j		79.200 T/an
• Acide sulfurique 98 %	600 T/j		198.000 T/an
• Oléum	50 T/j		16.500 T/an
• D.A.P.	880 T/j		290.000 T/an
• T.S.P.	1.400 T/j		462.000 T/an
• Engrais complexes	920 T/j		303.000 T/an

Une nouvelle unité d'acide sulfurique est en construction, avec une capacité de 800 T/j.

Le soufre provient des raffineries, environ 100 à 150 T/j.

La production d'acide phosphorique a été arrêtée en 1978 ; actuellement, PEQUIVEN tend de reprendre cette production en mettant au point un procédé spécifique pour le phosphate de Riecito.

Malgré des atouts très importants, faible coût de l'énergie, capacités installées, ... la production nationale d'engrais baisse depuis 1983 et ne représente plus que 45 % de la consommation actuelle (cf. Figures 1 et 4).

Pourtant, les coûts de production sont nettement inférieures aux coûts d'importation (cf. Tableau 10) ; actuellement, il sont de :

- . 2.693 Bs/T pour le 12 - 24 - 12 CP
- . 2.598 Bs/T pour le 15 - 15 - 15 CP
- . 2.382 Bs/T pour le 12 - 12 - 17 SP
- . 2.531 Bs/T pour le 13 - 26 - 06 CP
- . 830 Bs/T pour l'acide sulfurique à 98 %
- . 60 Bs/T pour le phosphate naturel de Riecito, sortie mine

Mais, ces prix sont-ils réels ? Incluant tout ? PEQUIVEN s'est montrée très discrète sur ces questions. Il est vrai que les renseignements demandés étaient confidentiels et touchaient plus directement la gestion de l'entreprise.

CUADRO 10 : FERTILIZANTES. COSTOS DE PRODUCCION Y DE IMPORTACION, 1984

PRODUCTO	PRODUCCION		IMPORTACION (a)		COSTO PROMEDIO Bs/Tm
	CANTIDAD Tm	COSTO Bs/Tm	CANTIDAD Tm	COSTO Bs/Tm	
TOTAL	487.760	-	144.320	-	-
Urea	188.950	1.217.3	-	-	1.217.3
Sulfato de amonio	49.500	1.152.8	-	-	1.152.8
Fosfato diamónico	32.950	1.645.8	20.330	2.018.0	1.787.8
Superfosfato triple	-	-	5.240	ND	ND
12-24-12 CP	95.500	1.310.6	20.320	1.767.0	1.390.7
15-15-15 CP	15.670	1.423.5	30.740	1.529.0	1.493.4
12-12-17/2 SP	94.210	1.431.3	67.690	1.944.0	1.645.7
15-15-15 SP (b)	8.230	1.423.5(c)	-	-	1.423.5
12-24-12 SP (b)	2.750	1.310.6(d)	-	-	1.310.6
Cloruro de potasio	-	-	-	-	-
Sulfato de potasio	-	-	-	-	-
Costo promedio	-	1.309.9	-	1.810.5	1.424.2
Costo promedio con 6% de gasto administrativo de PEQUIVEN)	-	1.388.5	-	1.919.1	1.509.7

(a). Costos a puerta de PALMAVEN

(b) Descontinuados en 1985

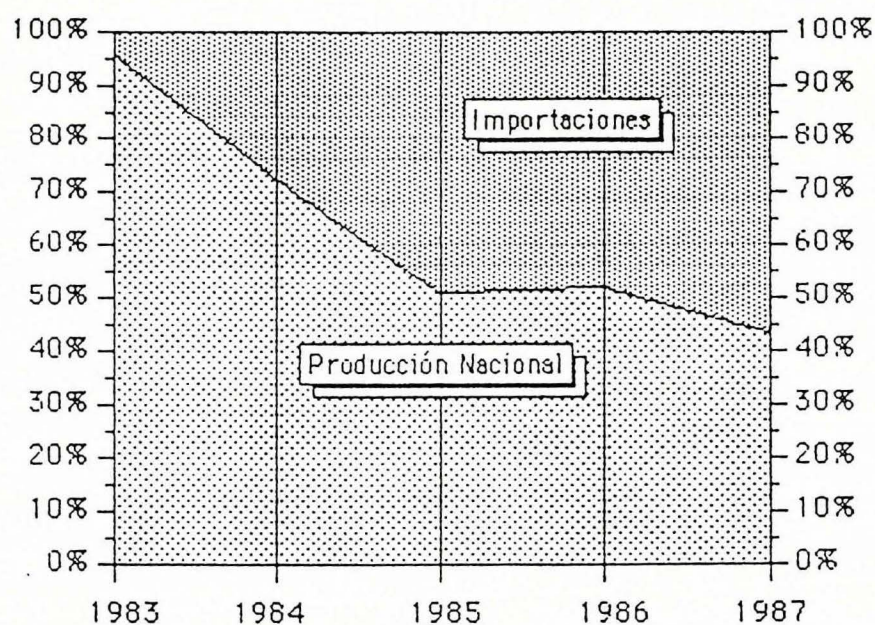
(c) Se asume que que son iguales a 15-15-15 CP

(d) Se asume que son iguales a 12-24-12 CP

ND No Disponible

Fuente: PEQUIVEN

Gráfico Nº 4
Volumen de Ventas Nacionales de Fertilizantes - Participación Porcentual
de la Producción Nacional e Importaciones 1983 - 1987



FUENTE: PEQUIVEN, tomado del estudio "Análisis de la política de subsidios al sector agroalimentario".

5 - DISTRIBUTION DES ENGRAIS

C'est une affaire gigantesque dont PALMAVEN a la charge (cf. Figure 5).

1.400.000 T d'engrais sont distribuées en 1988.

45 % provenant de la production nationale : El Tablazo et Moron.

55 % d'importation arrivant par Guanta et Puerto Cabello

30 % sont vendus par les bureaux de PALMAVEN

70 % sont vendus par les distributeurs

20 % sont transportés par chemin de fer.

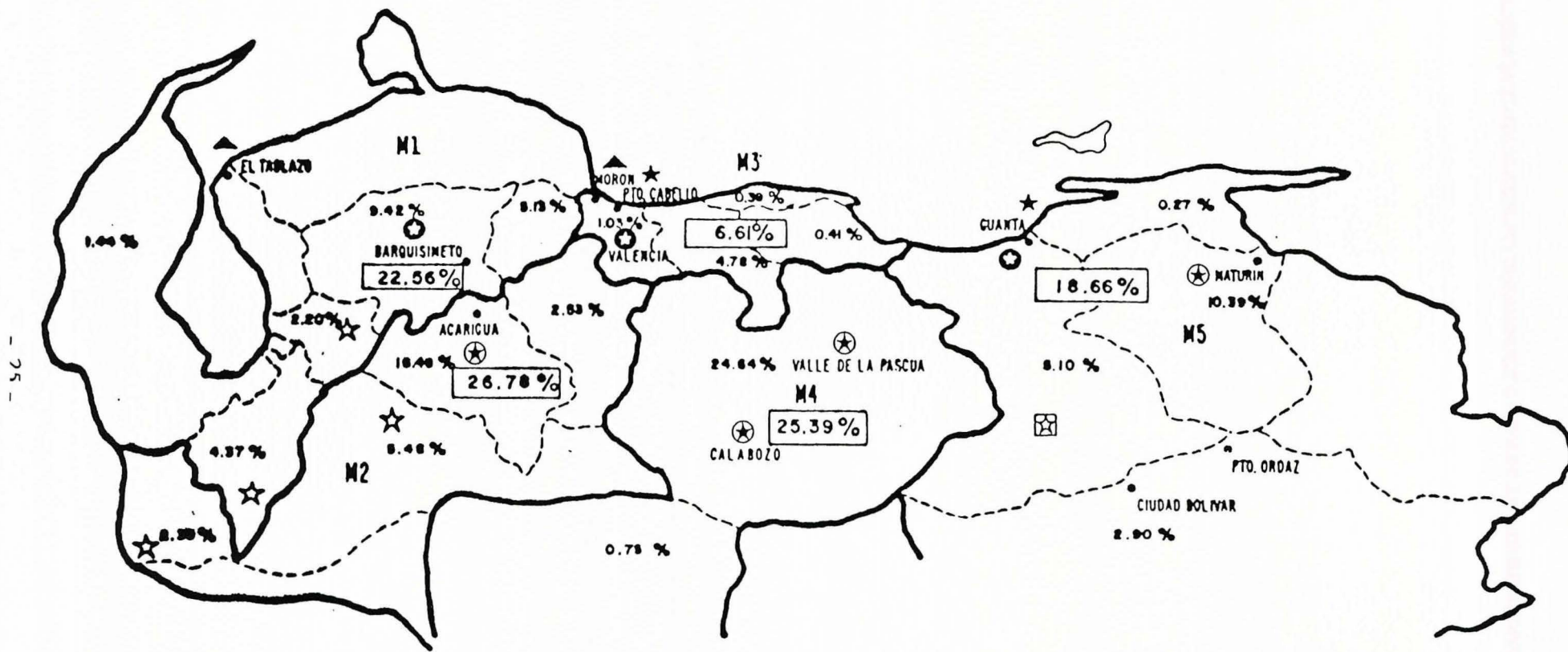
80 % sont transportés par camions

Coût de transport : 600 millions de Bs

Coût du stockage : 35 millions de Bs

En fait, le prix du carburant étant très bas, le coût de transport n'est pas élevé (cf. Tableau 11). Le problème essentiel est le stockage et la répartition des ventes au cours de l'année (cf. figure 6) qui sont concentrées sur 3 mois, d'où l'idée de PALMAVEN d'installer des unités de mélange (bulk blending) près des lieux d'utilisation pour décongestionner les périodes de pointe.

Ce projet est intéressant et devrait être envisagé d'une part dans le cadre du schéma de transport multimodal (cf. Figure 7) élaboré par la Corporacion Venezolana del Suroeste et d'autre part, dans la perspective de l'exploitation des gisements de phosphates.



CENTROS DE COMERCIALIZACION PALMAVEN

ACTUAL	PROPUESTO
★ PUERTO DE DESEMBARQUE	
▲ CENTRO PRODUCTOR	
⊙ CENTRO DE ACOPIO	⊙
☆ ZONA DE VENTA	⊠
⊠ PARTICIPACION DE VENTAS DEL MACROSECTOR	
⊠ PARTICIPACION DE VENTAS DE ENTIDAD FEDERAL	
— LIMITE DE MACROSECTORES	

PALMAVEN S.A. ESTUDIO DE LOGISTICA TRANSPORTE I
ALIMENTAMIENTO DE FERTILIZANTES

PARTICIPACION PORCENTUAL DE LAS VENTAS
POR ENTIDAD FEDERAL Y MACROSECTOR.
LOCALIZACION DE CENTROS DE COMERCIALIZACION (Actuales y Propuestos).

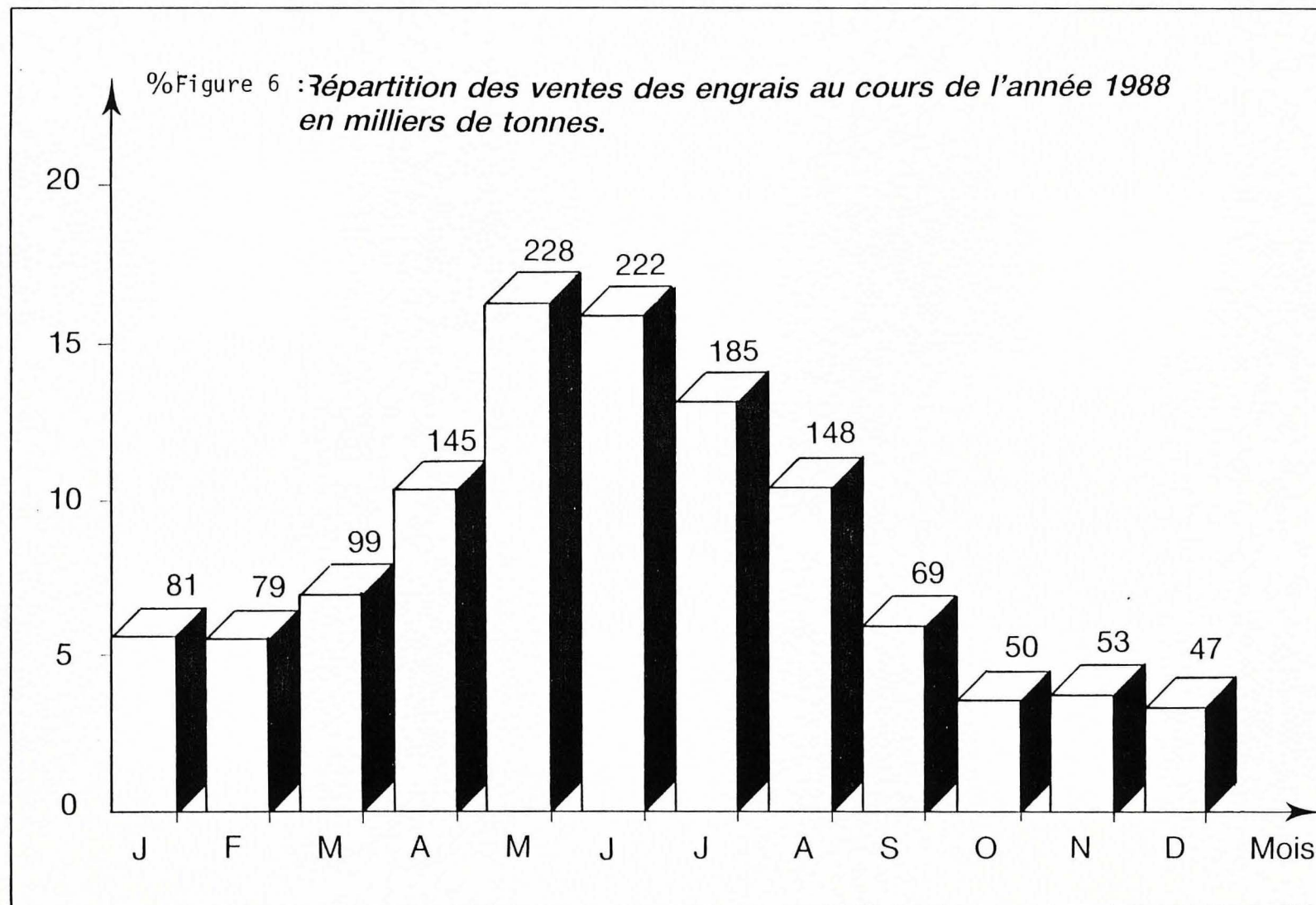
Fig: 5

Tableau 11 : Distances et coûts de transport des engrais

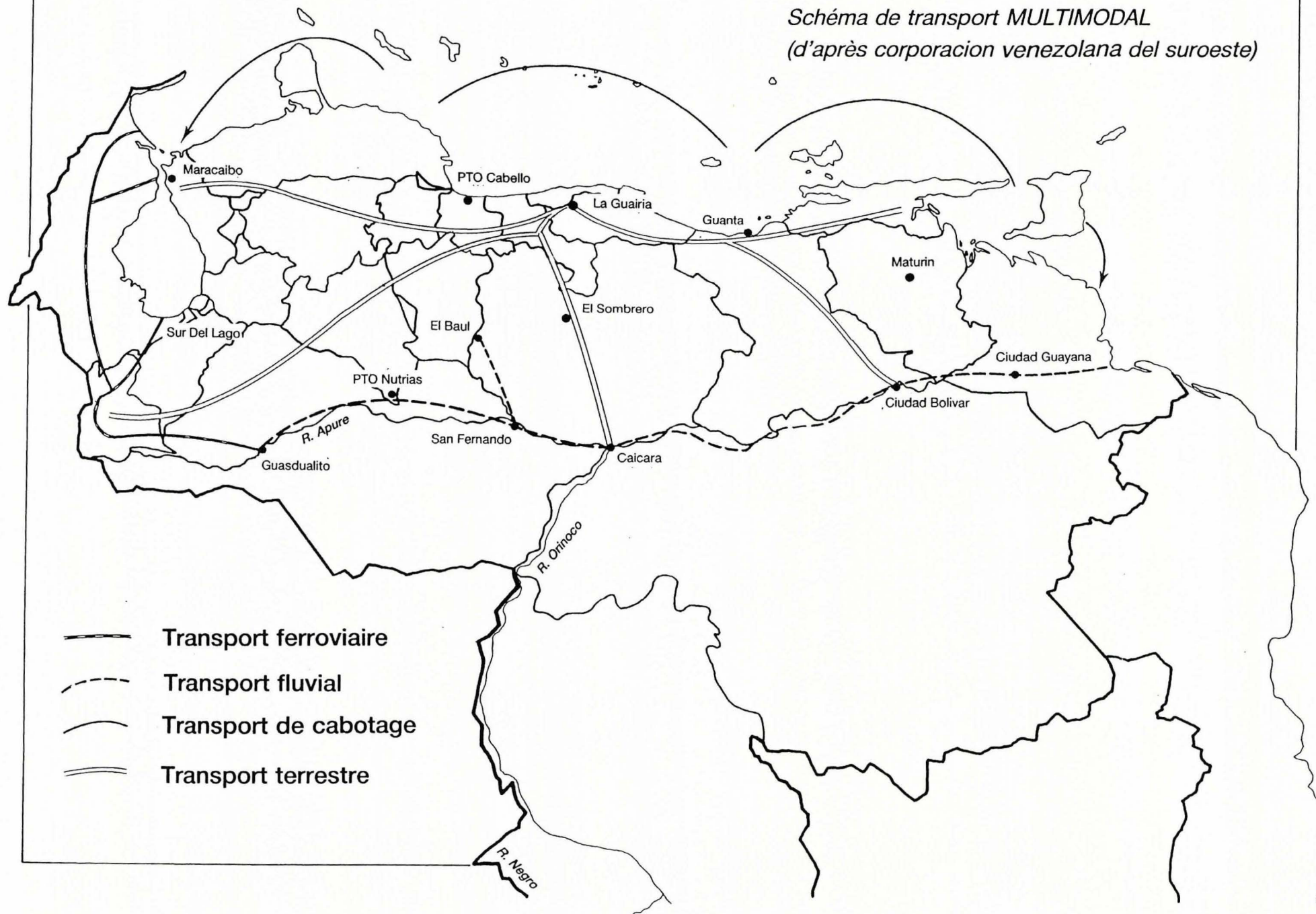
DISTANCIAS ENTRE ZONAS (KMS.)/ANEXO A											
	TABLAZO	EL VIGIA	SN CRISTOBAL	ACARIGUA	BARQUISIMETO	MATURIN	MORON	LA PASCUA	EL TIGRE	VALENCIA	BARINAS
TABLAZO	XXXXXX	374	911	411	331	1207	484	838	1051	546	595
EL VIGIA	374	XXXXXX	155	459	379	1255	532	886	1099	572	643
SN CRISTOBAL	911	155	XXXXXX	500	580	1376	733	1007	1220	683	316
ACARIGUA	411	459	500	XXXXXX	80	866	233	497	710	183	184
BARQUISIMETO	331	379	580	80	XXXXXX	876	153	507	720	193	264
MATURIN	1207	1255	1376	866	876	XXXXXX	746	369	265	683	1050
MORON	484	532	733	233	153	746	XXXXXX	377	590	63	417
LA PASCUA	838	886	1007	497	507	369	377	XXXXXX	213	314	681
EL TIGRE	1051	1099	1220	710	720	265	590	213	XXXXXX	527	894
VALENCIA	546	572	683	183	193	683	63	314	527	XXXXXX	367
BARINAS	595	643	316	184	264	1050	417	681	894	367	XXXXXX
GUANTA	1120	1168	1289	779	789	237	659	282	182	596	963

CALCULO DE FLETES PARA LAS ZONAS (Bs./TM.)/ANEXO B

	TABLAZO	EL VIGIA	SN CRISTOBAL	ACARIGUA	BARQUISIMETO	MATURIN	MORON	LA PASCUA	EL TIGRE	VALENCIA	BARINAS
TABLAZO	XXI	259	416	278	252	461	290	405	437	319	327
EL VIGIA	259	XXI	188	286	260	468	317	412	445	323	369
SN CRISTOBAL	416	188	XXI	293	324	487	388	431	463	375	250
ACARIGUA	278	286	293	XXI	160	409	211	292	384	193	193
BARQUISIMETO	252	260	324	160	XXI	411	188	313	386	195	216
MATURIN	461	468	487	409	411	XXI	389	259	216	375	437
MORON	290	317	388	211	188	389	XXI	260	326	157	279
LA PASCUA	405	412	431	292	313	259	260	XXI	207	250	374
EL TIGRE	437	445	463	384	386	216	326	207	XXI	316	413
VALENCIA	319	323	375	193	195	375	157	250	316	XXI	258
BARINAS	327	369	250	193	216	437	279	374	413	258	XXI
GUANTA	448	455	473	395	396	212	371	219	193	327	424



*Schéma de transport MULTIMODAL
(d'après corporation venezolana del suroeste)*



6 - DISPONIBILITES EN PHOSPHATES NATURELS

Le Venezuela possède de nombreux gisements de phosphates. Les plus importants se trouvent dans les Etats de Tachira, Falcon, Merida, Julia (cf. Figure 8) et des indices sont relevés dans les Etats de Barinas et Trujillo, sans compter les petits dépôts de Guano dans les îles.

Les réserves prouvées actuellement s'élèvent à 130 millions de tonnes, ce qui représente déjà 180 ans de la consommation actuelle du pays, et les recherches continuent pour évaluer les ressources qui pourraient être considérables comme le montre le Tableau 12.

TABLEAU 12 : Réserves de phosphates au Venezuela, en millions de tonnes.

Etat	Catégorie	Certifiée	Probable	Potentielle	Total
TACHIRA	Monte Fresco et Navay	85,0	270,0	1.445,0	1.800,0
FALCON	Lizardo et Riecito	39,4	42,0	58,6	140,0
MERIDA	Jaji Chiguara, Zea	5,2	76,4	172,1	253,7
JULIA	Sierra de Perija		18,8	20,4	39,2
	TOTAL	129,6	407,2	1.696,1	2.232,9

SOURCE : FOSFASUROESTE, Juillet 1987.

Les teneurs des principaux éléments sont présentés dans le Tableau 13. On remarque déjà que les deux phosphates les plus intéressants sont Riecito et Monte Fresco II, malgré des teneurs assez élevées en silice, fer et aluminium.

Figure 8 : Localisation des gisements de phosphates

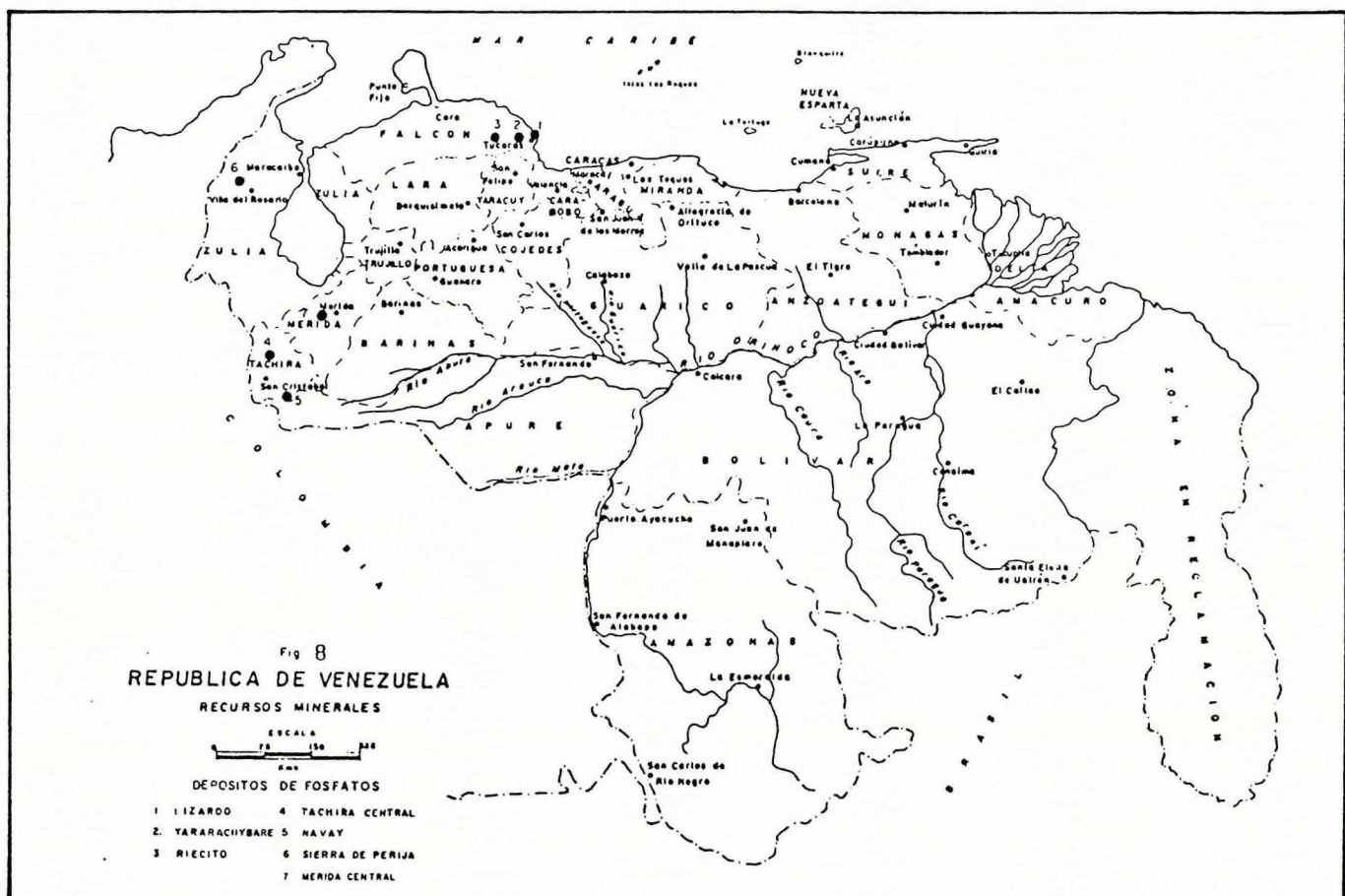


TABLEAU 13 : Teneur en éléments des principaux phosphates du Venezuela en %.

Eléments	Lizardo	Riecito		Merida	Monte Fresco		Navay
		Couche A	Couche B		Couche I	Couche II	
P ₂ O ₅	20,45	30,36	28,28	18,50	6,94	27,75	17,75
CaO	25,82	37,21	34,29	36,20	7,94	38,59	24,06
SiO ₂	36,49	20,35	29,72	16,50	54,89	20,97	51,26
Al ₂ O ₃	6,31	2,97	2,02	3,15	8,69	3,11	2,66
Fe ₂ O ₃	3,48	1,56	1,50	4,70	6,18	1,20	0,81
MgO	0,23	2,13	TRACE		0,77	0,23	0,19
K ₂ O				0,82	0,88	0,26	0,88
Na ₂ O						1,63	0,36
SO ₃		0,25	TRACE	4,70	0,47	0,52	0,30
F	0,14	2,01	3,45	1,10	0,60	2,73	1,79

SOURCE : RODRIGUEZ S.E., 1986 pour Lizardo, Riecito et Merida
FOSFASUROESTE 1988, pour Monte Fresco et Navay

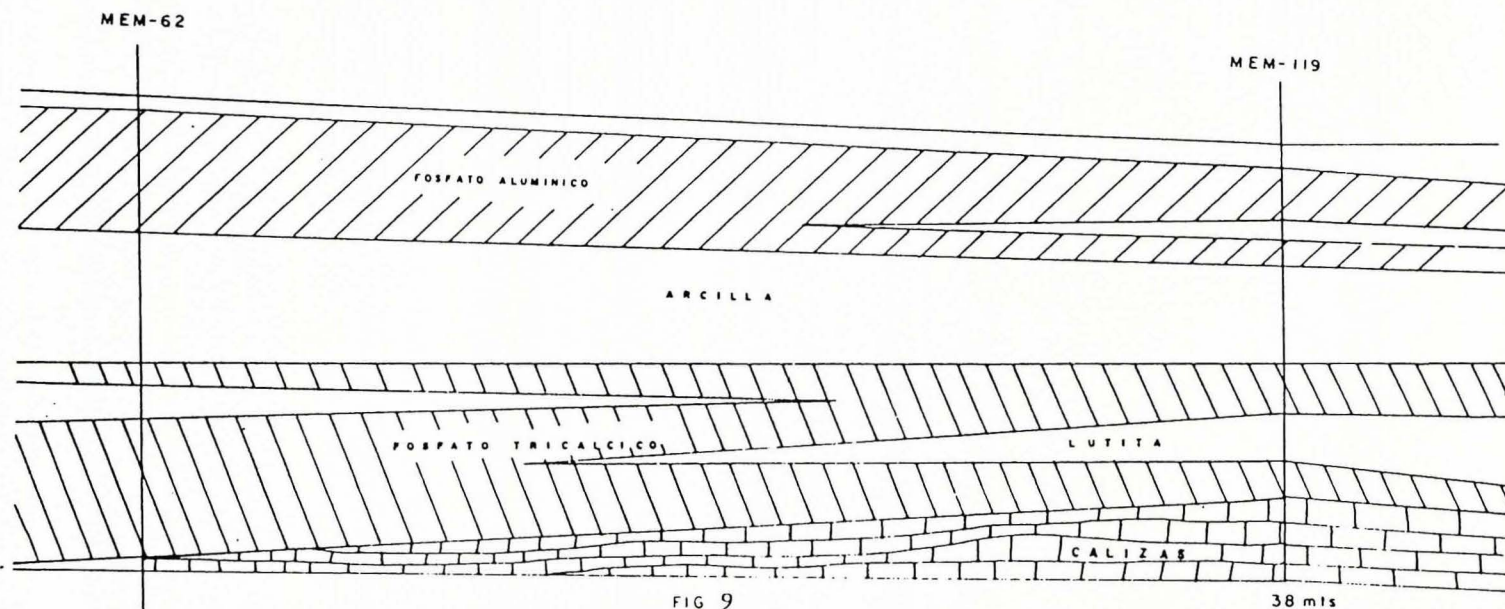
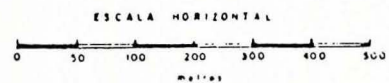


FIG 9
SECCION CASI NORTE SUR
PARTE NORTE DEL BLOQUE CENTRAL
DEPOSITOS DE FOSFATOS
LIZARDO
ESTADO FALCON



(C. CARMONA ET AL 1979)

6.1. Etat de Falcon

Il y a deux gisements intéressants à **Lizardo** et **Riecito** et des indices dans la région de **Sanare Yaracuybare**.

LIZARDO

Il se présente en couches presque horizontales (cf. **Figure 9**), avec peu de couverture, une grande partie affleure dans la municipalité de **TUCACAS**, une couche supérieure aluminique et une couche inférieure calcique, d'épaisseur moyenne 9,65 m. La teneur en P_2O_5 se situe entre 20 et 23 %, avec à la base une couche de dolomie de 12 m d'épaisseur contenant 36 % de CaO et 17 % de MgO.

Avec 19 millions de T de réserve, ce gisement est donc très intéressant pour sa facilité d'exploitation. Cependant, il se trouve dans le Parc National de **MORROCOY**, ce qui nécessite l'obtention au préalable d'une dérogation spéciale et la mise en oeuvre de mesures appropriées de protection de l'environnement. Ce problème a été évoqué au Ministère de l'Energie et des Mines, qui pense qu'une solution pourrait être trouvée.

RIECITO

C'est sans doute le gisement le plus connu puisqu'il a été exploité de 1956 à 1978 pour alimenter l'usine de **Moron**.

La séquence stratigraphique présente de haut en bas, une couche de calcaire suivie de deux couches de phosphates :

A - Epaisseur environ 15 m, teneur moyenne 27 % de P_2O_5

B - Epaisseur environ 5 m, teneur moyenne 22 - 27 % de P_2O_5

Ces couches sont coupées par une faille d'axe Nord-Sud (cf. **Figure 10**). Pour les études, le gisement a été divisé en trois zones :

Zones	Localisation par rapport à la faille	Superficie km ²	Epaisseur des phosphates m	Teneur en P ₂ O ₅	Réserve en millions de T
1	Est	129	8,69	23,92	2,71
2	Ouest	34	Intermédiaire	25,42	8,26
3	Ouest	20	14,09	27,27	8,63

Les réserves de minerais riches de 27 à 30 % de P₂O₅ sont évaluées à 20 millions de tonnes. C'est un gisement intéressant par les teneurs élevées en P₂O₅, d'autant plus qu'un simple concassage et tamisage élèverait ces teneurs à 32-33 % de P₂O₅.

La mine a été exploitée à partir de 1956 sur la base de 30.000 T/an, selon la demande l'Usine de MORON, la production a atteint 141.000 T en 1974 pour retomber à 15.000 T en 1979 puis s'arrêter (cf. Tableau 14).

Actuellement, PEQUIVEN, à travers sa société FOSFAVEN, tend de réhabiliter cette mine pour fabriquer de l'acide phosphorique.

CUADRO 14 : PRODUCCION NACIONAL E IMPORTACION DE ROCA FOSFATICA 1974-1987 (MTA)

AÑO	PRODUCCION NACIONAL		IMPORTACION (b)
	FALCON	TACHIRA (a)	
1974	142	-	
1975	116	-	
1976	80	-	
1977	49	-	
1978	38	0.5	
1979	16	2	115
1980	-	4	143
1981	-	6	83
1982	-	6	107
1983	-	4	60
1984	-	3	55
1985	-	1	73
1986	-	1	54
1987	-	1	57

(a) Comprende las plantas La Molina e INMINTACA

(b) Sólo fosfato cálcico natural

Fuente: MEM, ICE

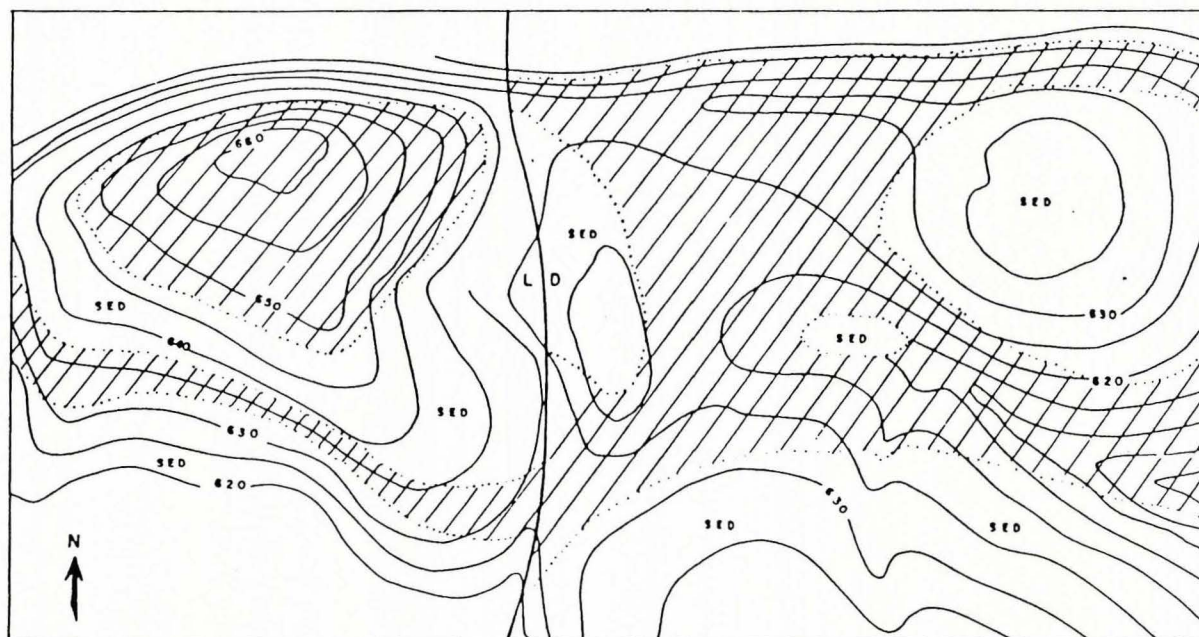


FIG 10 PARTE CENTRAL, DEPOSITOS DE FOSFATOS DE RIECITO

ESTADO FALCON

ESCALA
0 20 40 60 80 100
mts

LEYENDA



Fosfatos



Calizas, arcillas, areniscas



Fallamientos locales

(Ponte Rodríguez, 1951)

(Curvas de Nivel en metros)

VARIATION DES FACIES DES PHOSPHATES DE LIZARDO ET RIECITO

Lizardo : Apparemment, il y a deux types de phosphate (cf. Tableau 15) :

- Aluminique, plus riche en fer et aluminium
- Calcique, plus riche en calcium

Dans ces conditions, il faut étudier séparément les deux types, l'échantillon moyen risque de masquer les particularités.

Riecito : Les deux couches ne semblent pas être différentes. L'échantillon de PEQUIVEN (colonne 7 du Tableau 15) est presque la moyenne des couches A et B), mais nous ne disposons pas de résultats d'analyses concernant les trois zones délimitées par les exploitants du gisement. Il serait souhaitable de prélever des échantillons sur les trois zones, et dans les deux couches pour vérifier leur représentativité.

TABLEAU 15 : Variation des résultats d'analyses des phosphates de Lizardo et Riecito en %.

Eléments	Lizardo			Riecito			
	Echantillon moyen	Couche aluminique	Couche calcique	Echantillon moyen	Couche A	Couche B	Pequiven
	1	2	3	4	5	6	7
P ₂ O ₅	20,45	23,00	22,00	26,00	30,36	28,28	29,09
CaO	25,82	10,64	12,88	20,72	37,21	34,29	36,44
SiO ₂	36,49				20,35	29,72	22,26
Al ₂ O ₃	6,31	3,27	1,40	0,47	2,97	2,02	2,64
Fe ₂ O ₃	3,48	4,37	1,53	0,71	1,56	1,50	1,30
MgO	0,23	0,17	0,22	0,12	2,13	TRACE	0,12
F	0,14	0,17	0,41	0,60	2,01	3,45	1,50

SOURCE : RODRIGUEZ S.E., 1986, pour colonnes 1, 5, 6.
 CASANOVA E.O, 1987, pour colonnes 2,3, 4.
 PEQUIVEN, 1987 pour colonne 7.

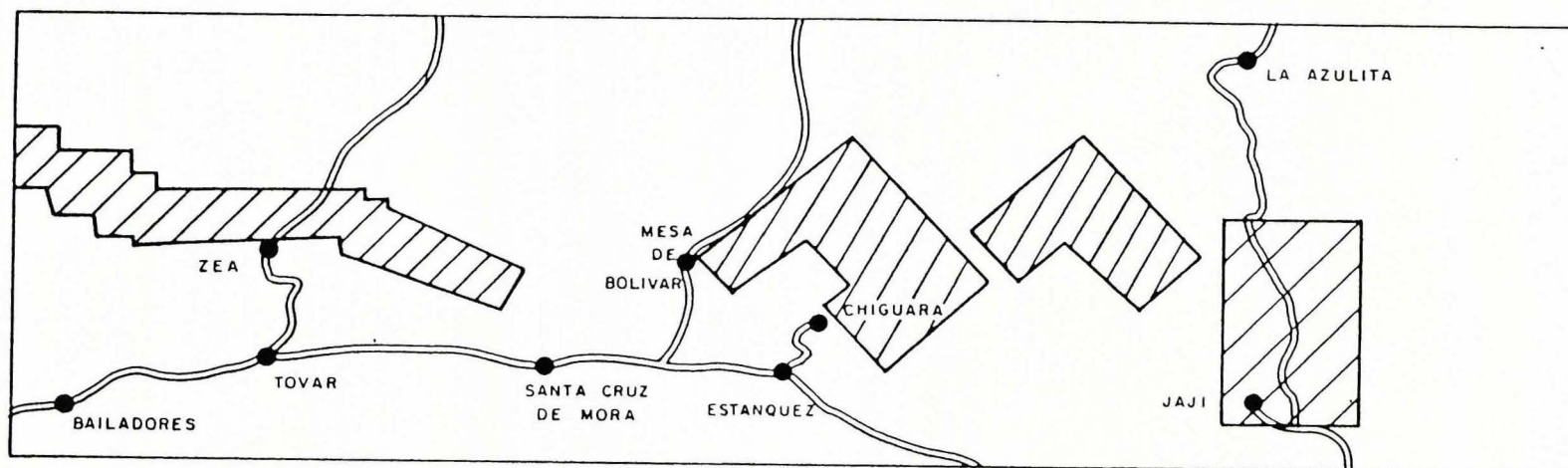
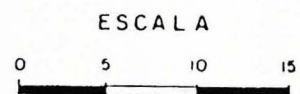


FIG. 11
AREAS CONTENIENDO FAJAS ECONOMICAS DE ROCA FOSFATICA
MERIDA CENTRAL



6.2. Etat de MERIDA

Un gisement intéressant se trouve dans la partie centrale de l'Etat de MERIDA, s'étendant sur 70 Km, de Jaji à Las Hernandez à travers les zones de Chiguara et Zea (cf. Figure 11).

Il appartient à la formation **La Luna**, avec une réserve estimée à 250 Millions de tonne, une épaisseur variant de 1,5 à 3 m, et une teneur moyenne de 18 % de P_2O_5 .

La région de JAJI a été étudiée par L. P. GUERRA en 1985, pour la Corporacion de Los Andes. Il estime les réserves certifiées à 5,2 millions de tonnes dont la moitié exploitable à ciel ouvert, réserves probables à 8,6 millions et potentielles à 29 millions. Il est possible d'envisager une exploitation économique de l'ordre de 30.000 T/an.

6.3. Etat de TACHIRA

Il y a deux formations phosphatées importantes, la **LUNA** au CentreNAVAY au Sud-Est (cf. Figure 12), correspondant respectivement aux gisements de **Monte Fresco** et de **Navay**.

MONTE FRESCO

Ce gisement a été étudié très activement ces dernières années. A présent, on dispose de résultats se rapportant à 45 sondages totalisant 1 050 m de forage. Une nouvelle campagne de 100 sondages pour 3 500 m va être lancée.

Il se présente en deux couches séparées par 15 m de stérile.

Couches	Epaisseur moyenne en m	Teneur en P_2O_5 %	Réserves en millions de T.		
			Certifiées	Probables	Potentielles
I	1,39	6,94	9,0	55,2	120
II	1,85	27,75	20,8	76,8	1160

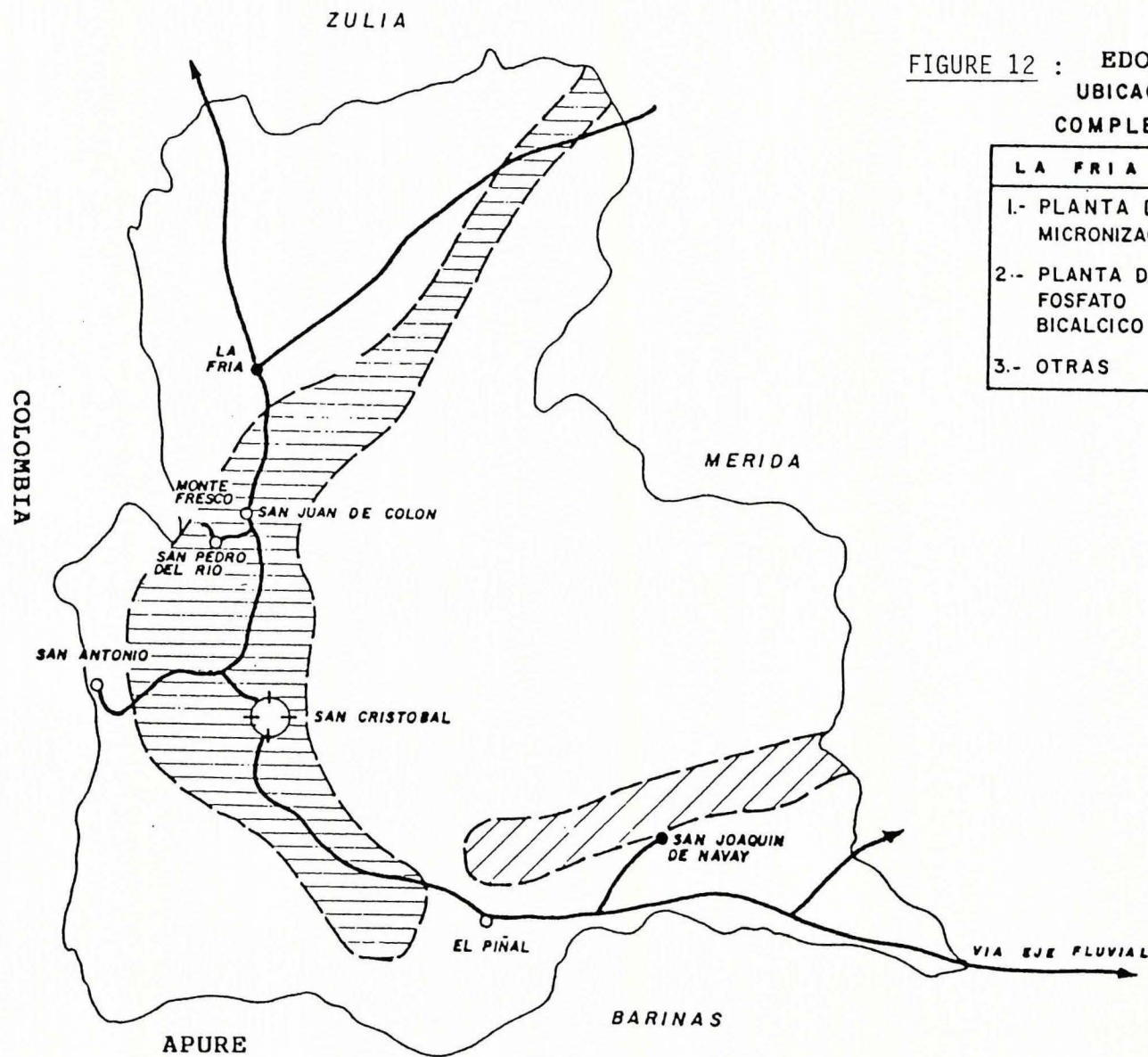


FIGURE 12 : EDO. TACHIRA
UBICACION TENTATIVA
COMPLEJOS INDUSTRIALES

LA FRIA	SAN JOAQUIN DE NAVAY
1.- PLANTA DE MICRONIZACION	COMPLEJO QUIMICO
2.- PLANTA DE FOSFATO BICALCICO	
3.- OTRAS	

 FORMACION NAVAY
 FORMACION LA LUNA

Mais, ce qui est plus caractéristique encore c'est l'existence de deux types de phosphates à l'intérieur des deux couches, surtout couche II, l'un intact, l'autre altéré plus riche en P_2O_5 , plus friable, plus humide, moins dense ($d = 1,8$ contre $d = 2,9$). La distribution de ces deux types dans l'espace est hasardeuse, et ne correspond ni à une altération verticale par attaque atmosphérique progressive, ni à des superpositions horizontales par infiltration. Par conséquent, l'origine de cette différenciation n'est pas déterminée.

Les tableaux 16 et 17 montrent les différences entre ces deux types de phosphates. A priori, on peut penser que le phosphate altéré serait plus tendre et plus indiqué pour une utilisation directe, il faut le confirmer par des tests de solubilité, surface spécifique et des essais agronomiques.

L'exploitation à ciel ouvert est commencée sur le bloc I, pour alimenter les usines de broyage de la région et l'application sur des pâturages.

TABLEAU 16 : Minéralogie de Monte Fresco en % du minéral

Echantillons	Collophane	Glaucinite	Francolite	Calcite	Quartz	Hydroxyde de Fer	Argile	Pirite	Humidité
<u>COUCHE I</u>									
. Fraîche	35	25			20	18		10	0,8 à 8
. Altérée	30	22			13	15	15	TRACES	0,2 à 15,4
<u>COUCHE II</u>									
. Fraîche	50		1	45	2	TRACES			0,6 à 4
. Altérée	60		Dahllite 1	35	3	TRACES			2,8 à 12

SOURCE : FOSFASUROESTE Juillet 1988

TABLEAU 17 : Monte Fresco COuche II. Teneurs en éléments par bloc et par type de phosphate en %

Analyses %	Bloc I : 50 Ha					Bloc II : 53 Ha			Bloc III : 33,5 Ha				Bloc IV : 37 Ha		
	Forage		Surface		Moyenne	Forage intact	Surface intact	Moyenne	Forage		Surface intact	Moyenne	Forage intact	Surface intact	Moyenne
	Intact	Altéré	Intact	Altéré					Intact	Altéré					
P ₂ O ₅	29,92	34,18	27,56	30,62	30,26	28,83	28,03	28,43	23,95	25,43	24,16	24,88	21,51	32,04	27,43
CaO	46,90	45,72	42,08	43,46	43,77	41,42	35,77	38,60	38,18	34,84	34,65	36,81	28,46	38,67	35,19
SiO ₂	7,39	10,29	16,76	13,82	12,92	28,06	19,83	23,95	22,66	25,88	29,66	23,90	34,96	12,94	23,09
Al ₂ O ₃	1,15	1,39	3,44	1,90	2,26	2,59	2,73	2,66	3,18		8,97	4,73	3,65	4,14	2,78
Fe ₂ O ₃	0,66	1,51	1,71	1,15	1,07	1,12	1,14	1,13	1,10		1,06	1,17	1,32	1,09	1,43
MgO	0,21	1,15	0,12	0,18	0,21	0,17	0,20	0,19	0,34		0,24	0,25	0,28	0,26	0,24
K ₂ O	0,18	0,07	0,14	0,18	0,20	0,40	0,23	0,32	0,35		0,50	0,29	0,37	0,19	0,25
Na ₂ O	1,30				1,80								2,11	0,05	5,05
F	2,94	3,05	2,63	2,72	2,87	3,36	2,58	2,97	2,61	2,45	2,57	2,71	1,91	2,56	1,45
SO ₃	0,74		0,17		1,27	0,27		0,22	0,26		0,21	0,36	0,24	0,22	2,37
Perte au feu	9,20	9,98	9,07	8,41	7,55	4,85	9,97	7,41	7,95		6,36	8,76	4,74	6,55	8,23
Nbre Echanti.	7,0	2	3	4	21	2	4	14	1	2	4	10	3	2	11

NAVAY

Ce gisement fait également l'objet d'études poussées, on dispose à l'heure actuelle des résultats de 65 sondages totalisant 3.100 m de forage.

Il est caractérisé par :

- Un recouvrement important : 18 m à Las Tapas, 30 m à Los Monos
- Mais l'épaisseur des phosphates est également importante. En moyenne 4,75 m, ce qui fait que le rapport stérile/minéral est acceptable, 5,87 m/m
- Une teneur en P_2O_5 assez faible : 17,75 %
- Une teneur très élevée en silice : 51,26 % de SiO_2
- Une réserve considérable :
 - . Certifiée 47 millions de T
 - . Probable 185 millions de T
 - . Potentielle 1800 millions de T

L'ampleur des réserves justifierait une étude d'enrichissement pour enlever la silice et augmenter la teneur en P_2O_5 .

L'examen des résultats des sondages montrent qu'il existe une grande variabilité des analyses due à l'hétérogénéité naturelle des gisements. Le **Tableau 18** présente les moyennes avec les coefficients de variation, des principaux éléments. Il montre la nécessité de préparer un échantillon bien représentatif du gisement pour les traitements industriels.

TABEAU 18 : Variabilité des résultats d'analyses de Monte Fresco couche II et Navay en %.

	Monte Fresco : 38 mesures			Navay : 30 mesures		
	Moyenne	Ecart Type	Coefficient Variation	Moyenne	Ecart Type	Coefficient Variation
P ₂ O ₅	22,58	8,84	39	17,75	3,69	17
CaO	34,26	12,80	37	24,06	7,37	30
SiO ₂	29,99	22,28	74	51,26	11,36	22
Al ₂ O ₃	2,97	1,82	65	3,74	4,23	112
Fe ₂ O ₃	1,20	0,49	41	0,81	0,36	44
MgO	0,26	0,17	67	0,19	0,15	79
K ₂ O	0,36	0,26	72	0,88	0,80	91
Na ₂ O	1,86	0,69	37	0,36	0,56	153
SO ₃	0,40	0,56	139			
F	2,19	1,02	46	1,79	0,43	24

7 - TRAITEMENTS INDUSTRIELS

Des tentatives intéressantes ont été effectuées sur les phosphates de Riecito et de Monte Fresco, pour les enrichir en P_2O_5 , pour la fabrication d'acide phosphorique, pour l'utilisation directe.

7.1 Riecito

Un essai d'enrichissement au début de l'exploitation de la mine, par concassage et tamassage a fait passer la teneur en P_2P_5 de 28-29 % à 32-33 %, c'est un indice intéressant dans la mesure où il montre que c'est possible et relativement simple. Mais, nous ne disposons pas d'informations sur les baisses de teneurs en silice, fer, aluminium. Ce travail mérite d'être repris, surtout dans le contexte où PEQUIVEN rencontre de sérieux problèmes dans la fabrication d'acide phosphorique à partir du minerai brut.

Acide phosphorique : PEQUIVEN tend de mettre au point un procédé spécifique utilisant le phosphate de Riecito pour pratiquer de l'acide phosphorique. Selon les techniciens, il y a de sérieux problèmes de corrosion à cause des teneurs élevées en silice, de filtration et de qualité d'acide à cause des teneurs en fer et aluminium. Avec le temps, ils vont surmonter ces difficultés mais le coût risque d'être élevé. Nous verrons plus loin qu'il y aurait peut être une autre possibilité d'utiliser ce phosphate de façon plus économique.

7.2 Monte Fresco

Enrichissement : Deux essais très intéressants présentés dans les rapports de M. DRAMINSKI et de FOSTASUROESTE, Juillet 1988, faisant état de traitement très simples de broyage et de lavage à l'eau. Les résultats sont rassemblés dans le Tableau n° 19.

On constate une augmentation sensible en P_2O_5 et CaO et surtout une diminution très importante de SiO_2 , il s'agit donc d'un exogangue facile à séparer. Les résultats sur le fer et l'aluminium sont contradictoires et ne permettent pas de tirer des conclusions.

TABEAU 19 : Enrichissement des phosphates de Monte Fresco, couche II

Eléments	Essai DRAMINSKI			Essai FOSFASUROESTE		
	Phosphate Brut	Phosphate Lavé	Bilan %	Phosphate Brut	Phosphate Lavé	Bilan %
P_2O_5	31,1	35,5	+ 14	27,75	32,40	+ 16
CaO	41,0	53,0	+ 29	38,59	44,83	+ 16
SiO ₂	18,5	4,7	- 74	20,97	4,19	- 80
Al ₂ O ₃	1,5	0,7	- 53	3,11	3,63	+ 16
Fe ₂ O ₃	1,5	0,6	- 60	1,20	1,40	+ 16
MgO	0,1	0,1	0	0,23	0,26	+ 13
K ₂ O				0,26	0,30	+ 15
Na ₂ O				1,63	1,90	+ 16
SO ₃				0,52	0,60	+ 15
F	2,8	3,4	+ 21	2,73	3,18	+ 16
Cl				0,07	0,08	+ 14

En tout cas, l'expérience montre qu'il est possible d'enlever une grande partie de la silice par un procédé simple ; elle devrait être poursuivie, sur un échantillon représentatif et à l'échelle de l'unité pilote pour fixer les paramètres de traitement et évaluer le coût de revient.

Acide phosphorique : Deux essais ont été effectués par TRIPOLIVEN et RHONE-POULENC. Les résultats sont positifs. Cependant, quelques difficultés ont été signalées. Les teneurs en impuretés sont encore trop élevées (silice, fer, aluminium) gênent les processus chimiques et provoquent des difficultés de filtration et des pertes d'acide phosphorique par rétrogradation.

Pourtant, les échantillons traités par TRIPOLIVEN et RHONE-POULENC étaient parmi les meilleures teneurs élevées en P_2O_5 et faibles en silice, fer, aluminium. (cf. Tableau 20) provenant de la partie altérée de la couche II. Là encore, se pose le problème de la représentativité des échantillons utilisés dans les tests.

Un lot de 140 kg de phosphate lavé a été fourni à TRIPOLIVEN pour refaire les essais.

TABEAU 20 : Variation des résultats d'analyses de Monte Fresco, couche II en %.

Eléments	Fosfasuroeste			Maxi-technica Juin 1988	Drasminski 1988	Tripoliven 1988	Rhône-Poulenc Juill. 1988
	Nov. 87	Déc. 87	Juil. 88				
P_2O_5	31,20	28,2	27,75	27,0	31,1	32,02	33,08
CaO	45,85	10,2	38,59	49,0	41,0	46,54	47,21
SiO_2	8,50	11,5	20,97	13,0	18,5	10,96	9,75
Al_2O_3	1,43	1,4	3,11	1,4	1,5	1,51	2,54
Fe_2O_3	1,10	1,1	1,20	1,1	1,3	0,81	0,76
MgO	0,30	0,3	0,23	0,3	0,1	0,17	0,19
K_2O	0,34	0,3	0,26	0,3			0,19
SO_3	0,46	0,4	0,52	0,4			0,12
F	2,60	2,6	2,73	2,6	2,8	2,50	3,65

Broyage : Actuellement, deux sociétés utilisent ce phosphate de Monte Fresco, couche II, pour le broyage et utilisation directe sur les pâturages, environ 40.000 T/an.

FOSCAVEN : ancienne société qui exploitait la mine de **Lobatera**, modernisée, redémarre depuis 6 mois, avec une production annuelle de 25.000 T.

MINTACA : plus petite, production 15.000 T/an, utilise le phosphate altéré de la couche II, peut être le meilleur.

Deux projets plus importants sont à l'étude :

- . **FERTACA** de 150.000 T/an dans la zone industrielle de FRIA.
- . **FOSANCA** de 120.000 T/an à PARAMILLO, près de San Cristobal.

Le phosphate de Monte Fresco est vendu à :

- . 200 Bs/T sortie de la mine
- . 900 Bs/T broyé sortie usine, soit 3.243 Bs/T de P_2O_5 alors que le TSP est vendu dans tout le pays à 616 Bs/T, soit 1.368 Bs/T de P_2O_5 entièrement soluble.

Il y a un paradoxe difficile à expliquer d'autant plus que l'efficacité en utilisation directe du phosphate de Monte Fresco n'est pas encore démontrée.

8 - ESSAIS AGRONOMIQUES

Nous disposons de résultats de plusieurs essais, provenant de la Faculté d'Agronomie de l'UCV à Maracay. D'autres essais sont en cours de réalisation par FOSTA-SUROESTE dans l'Etat de Tachira, et des projets sont prévus dans plusieurs Etats par le FONAIAP.

Comparaison de phosphates sur maïs

Il s'agit d'un essai en vases avec un ultisol de Maturin, Etat de Monagas, 3 répétitions, 3 plantes/vase, durée 5 semaines.

Les 6 phosphates naturels et le TSP sont apportés à 2 doses 150 et 300 mg de P/kg de sol.

Les résultats de matière sèches sont exprimés en coefficient par rapport au TSP = 100 %.

Phosphates	Dose 150 mg P	Dose 300 mg P	Coefficient moyen
LOBATERA	35 %	10 %	22 %
CHIGUARA	60 %	58 %	59 %
MONTE FRESCO II	50 %	80 %	65 %
RIECITO	90 %	101 %	95 %
LIZARDO Ca	105 %	118 %	110 %
LIZARDO Al	115 %	105 %	110 %

On constate que LIZARDO est le plus efficace, quelque soit la forme calcique ou aluminique, suivi de RIECITO presque équivalent au TSP ; MONTE FRESCO et CHIGUARA sont moyens, LOBATERO est peu efficace.

Comparaison de phosphates sur pâturage

C'est un essai au champ à Upata, Etat de Bolivar, sur pâturage de *Brachiaria decumbens*. Les trois phosphates naturels et le TSP sont apportés à trois doses 50 - 100 - 200 kg de P_2O_5 /ha.

Les résultats sont exprimés en poids de matière sèche par 0,25 m² et en coefficient par rapport au TSP.

Phosphates	Dose 50 kg		Dose 100 kg		Dose 200 kg		Coefficient moyen
Riecito	29 g	63 %	39 g	67 %	60 g	86 %	72 %
Lizardo Al	37 g	80 %	33 g	56 %	61 g	88 %	74 %
Monte Fresco II	51 g	110 %	53 g	91 %	44 g	63 %	88 %
TSP	46 g	100 %	58 %	100 %	69 g	100 %	100 %

Sur pâturage Monte Frexco a un meilleur comportement que Riecito et Lizardo.

Comparaison phosphates partiellement attaqués sur maïs

Essai sur sol de la Mesa de Guanipa, Oriente de Venezuela avec trois répétitions. Les phosphates de Riecito et Lobatera ont été attaqués par IFDC à 20 et 40 % acide sulfurique, et apportés à 3 doses 100, 200, 300 kg de P_2O_5 /ha.

Les résultats sont exprimés en mg de P prélevé par une plante et en coefficient par rapport au TSP.

Phosphates	Dose 100 kg		Dose 200 kg		Dose 300 kg		Coefficient imoyen
	mg	%	mg	%	mg	%	%
Riecito Brut	10,66	64	15,44	74	20,46	68	68
Riecito ATT. 20 %	2,44	14	7,78	37	8,91	30	27
Riecito ATT. 40 %	10,26	61	10,64	51	12,95	43	51
Lobatero brut	8,53	51	12,98	62	13,56	52	55
Lobatero ATT.20%	6,34	38	7,88	37	13,79	46	40
Lobatero ATT.40%	10,15	60	11,15	53	21,90	73	62
	16,64	100	20,82	100	29,67	100	100

Les phosphates bruts ont une efficacité moyenne, **Lobatera** a un meilleur comportement que dans le sol de **Maturin** et **Riecito** l'inverse.

Les phosphates partiellement attaqués n'ont pas donné les effets attendus. Au contraire, ils sont moins efficaces que les bruts. L'explication pourrait provenir des différences de granulométrie, les phosphates bruts sont pulvérulents et les phosphates partiellement attaqués sont micro-granulés, l'attaque partielle ne compense pas les pertes de surface de contact avec le sol. Mais, compte tenu du fait que ces phosphates contiennent beaucoup d'impuretés, l'attaque partielle aurait pu aussi provoquer la formation de minéraux secondaires qui gêneraient la mobilité du phosphore.

Remarque :

D'une façon générale, on peut regretter que ces essais ne soient pas conduits dans une approche rationnelle :

- Zonage pédoclimatique des régions potentiellement utilisatrices de ces phosphates.
- Caractérisation des sols, en particulier, les paramètres qui expliqueraient le comportement des phosphates.

- Caractérisation des phosphates dans l'optique de l'utilisation directe, en particulier les surfaces spécifiques, les solubilités dans les réactifs standards.
- Dispositif expérimental avec suffisamment de répétitions pour permettre des analyses statistiques.

Les quelques éléments tirés des études des phosphates de **Monte Fresco**, par RHONE-POULENC (surface spécifique) et par **TECHNIP** (solubilité formique) ne sont pas très favorables pour une utilisation directe :

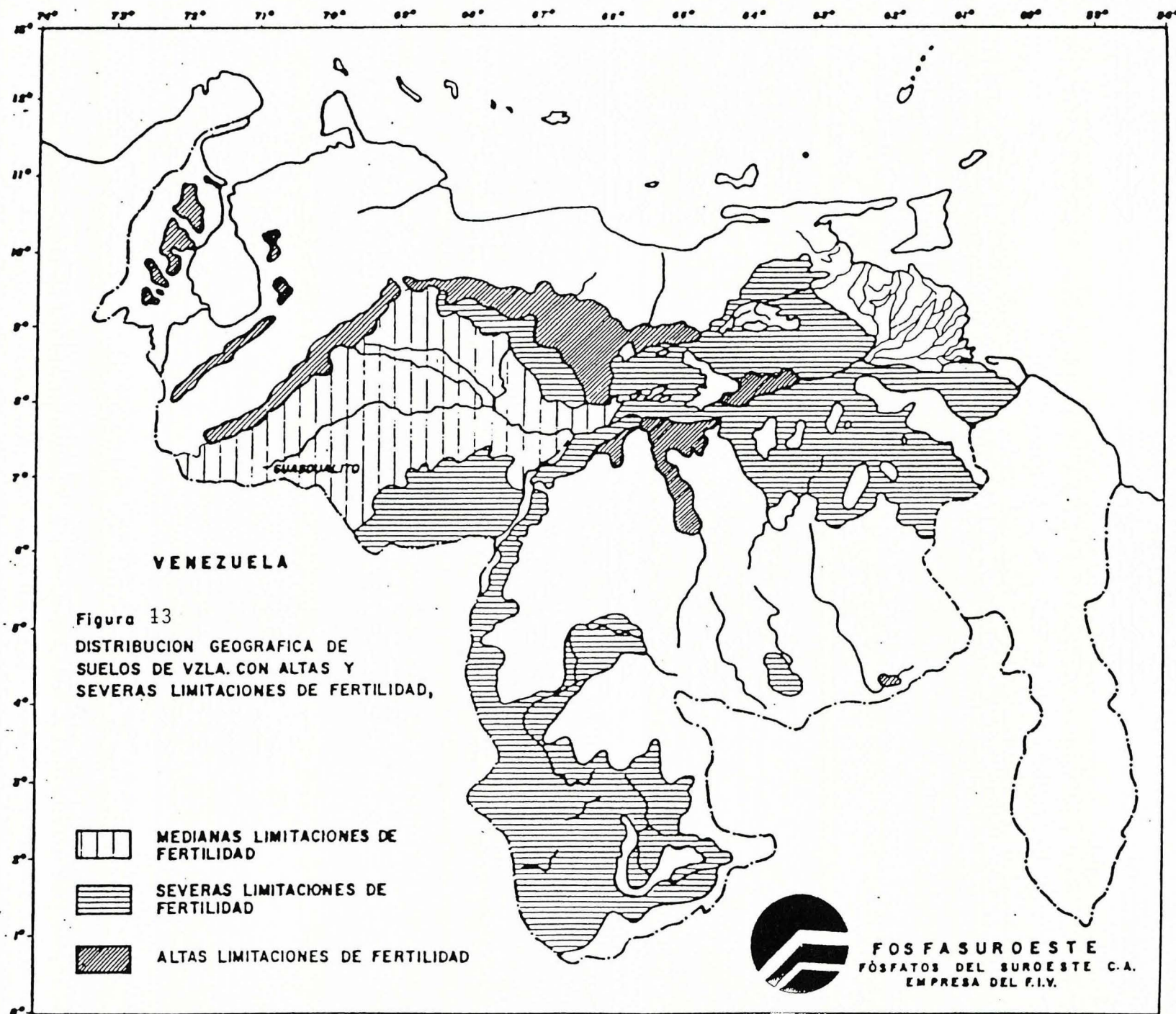
- Surface spécifique : 12 m²/g au lieu de 20 ou 25 m²/g pour les phosphates réactifs.
- Solubilité formique : 14 % au lieu de 55 %, seuil de la norme CEE.

Dans ces conditions, il nous semble plus prudent d'effectuer des essais plus poussés pour avoir des résultats sûrs avant de lancer de grands projets d'utilisation directe jusqu'à 500.000 T/an.

Conclusion partielle

Compte tenu des caractéristiques des phosphates disponibles, des résultats des essais et des problèmes de fertilité du pays (cf. Figure 13), il y aurait de la place pour 3 types d'engrais phosphatés.

- Phosphates solubles types TSP, DAP ... pour les sols neutres ou basiques, les cultures exigeantes, tabac, légumes
- Phosphates bruts broyés, les plus tendres, **Lizardo ? Riecito ?** ou **Monte Fresco** couche II altérée ? A déterminer avec précision, pour les sols très acides, et les cultures à absorption lente, pâturage, canne à sucre, arbres fruitiers, cultures pérennes.
- Phosphates partiellement solubilisés pour les zones et les cultures intermédiaires, c'est-à-dire, la majorité de la consommation d'engrais.



9 - LES ATOUTS ET LES CONTRAINTES D'UNE INDUSTRIE DES ENGRAIS

Le Vénézuéla possède de très grandes ressources, en produits énergétiques certes, pétrole, gaz, charbon, mais aussi, calcaire, dolomie, gypse,

* L'industrie des engrais et plus généralement l'industrie des fertilisants s'appuient sur un certain nombre de matières de base :

- Matières énergétiques pour la production des engrais azotés.
- Soufre pour la solubilisation du P_2O_5 par la voie sulfurique et comme élément fertilisant secondaire.
- Minerais potassiques pour les engrais potassiques.
- Phosphates pour les engrais phosphatés.
- Minerais magnésiens pour apport de magnésium comme élément fertilisant secondaire.
- Minerais calciques pour les amendements.

Le Vénézuéla aurait une position économiquement intéressante permettant de développer son industrie des engrais s'il possédait des ressources en minerais phosphatés utilisables.

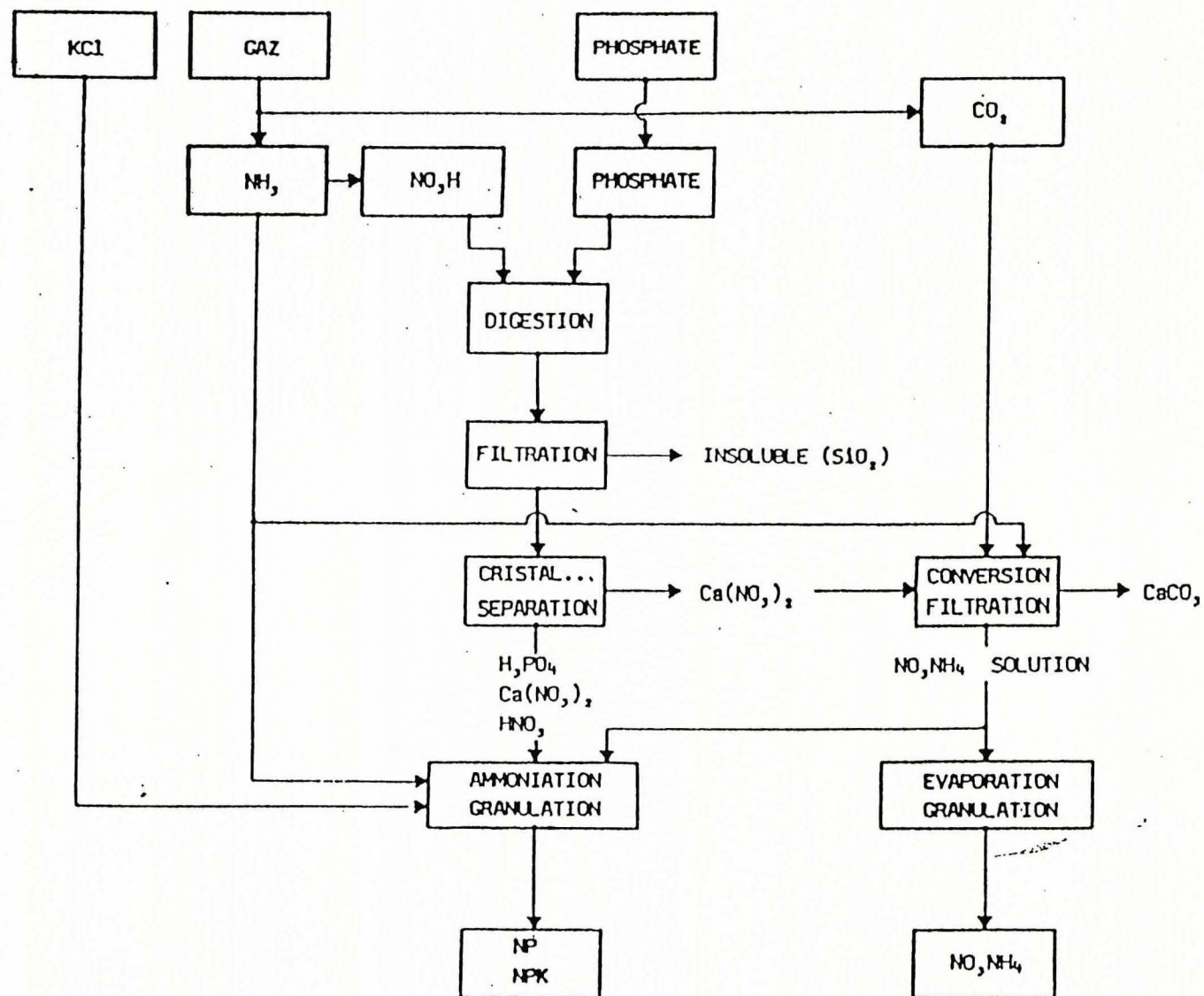


FIGURE 14 - Les nitrophosphates.

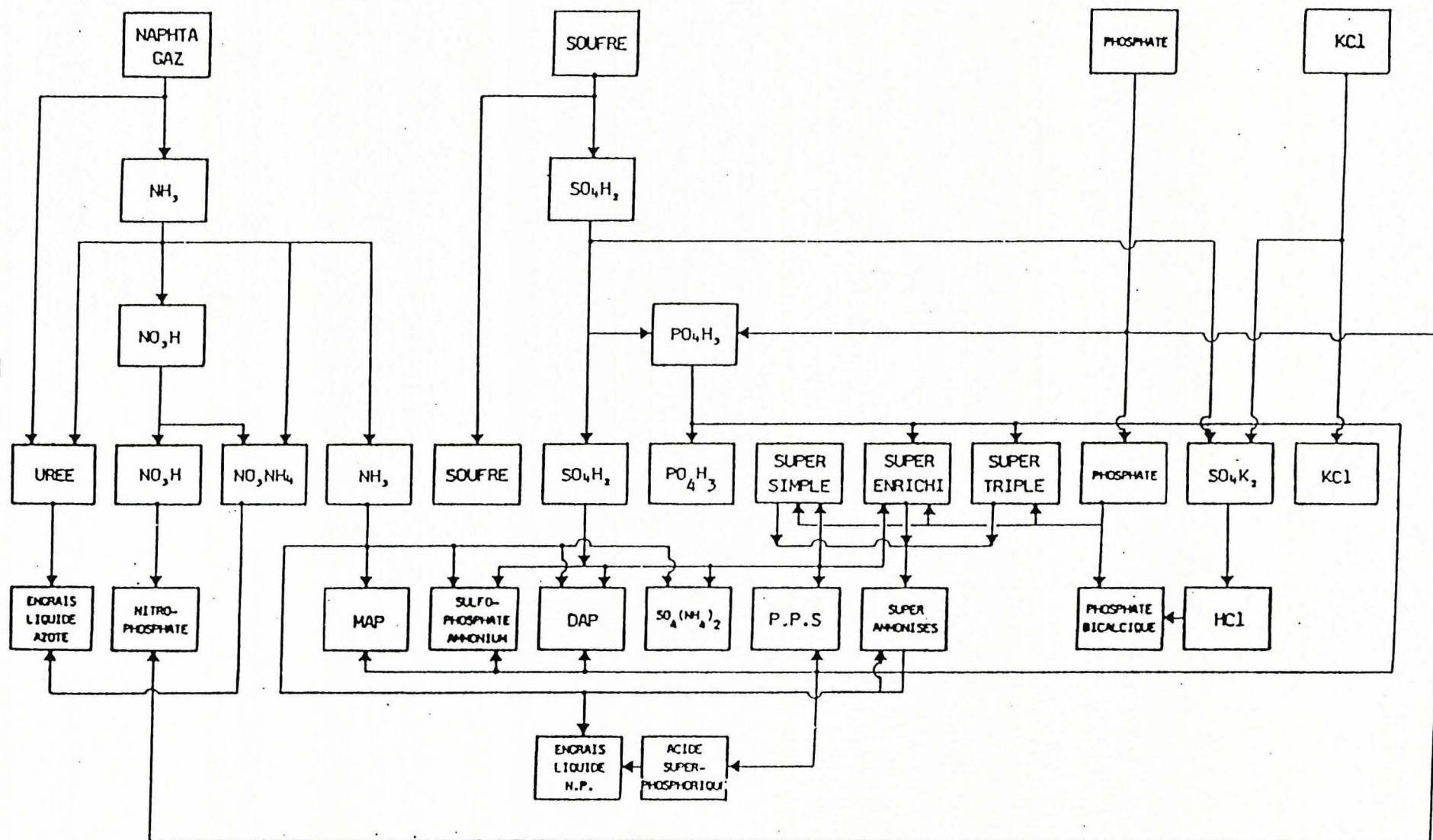


FIGURE 15 - Les filières principales d'engrais.

HISTORICAL DAP PRICE SERIES 1986-1988

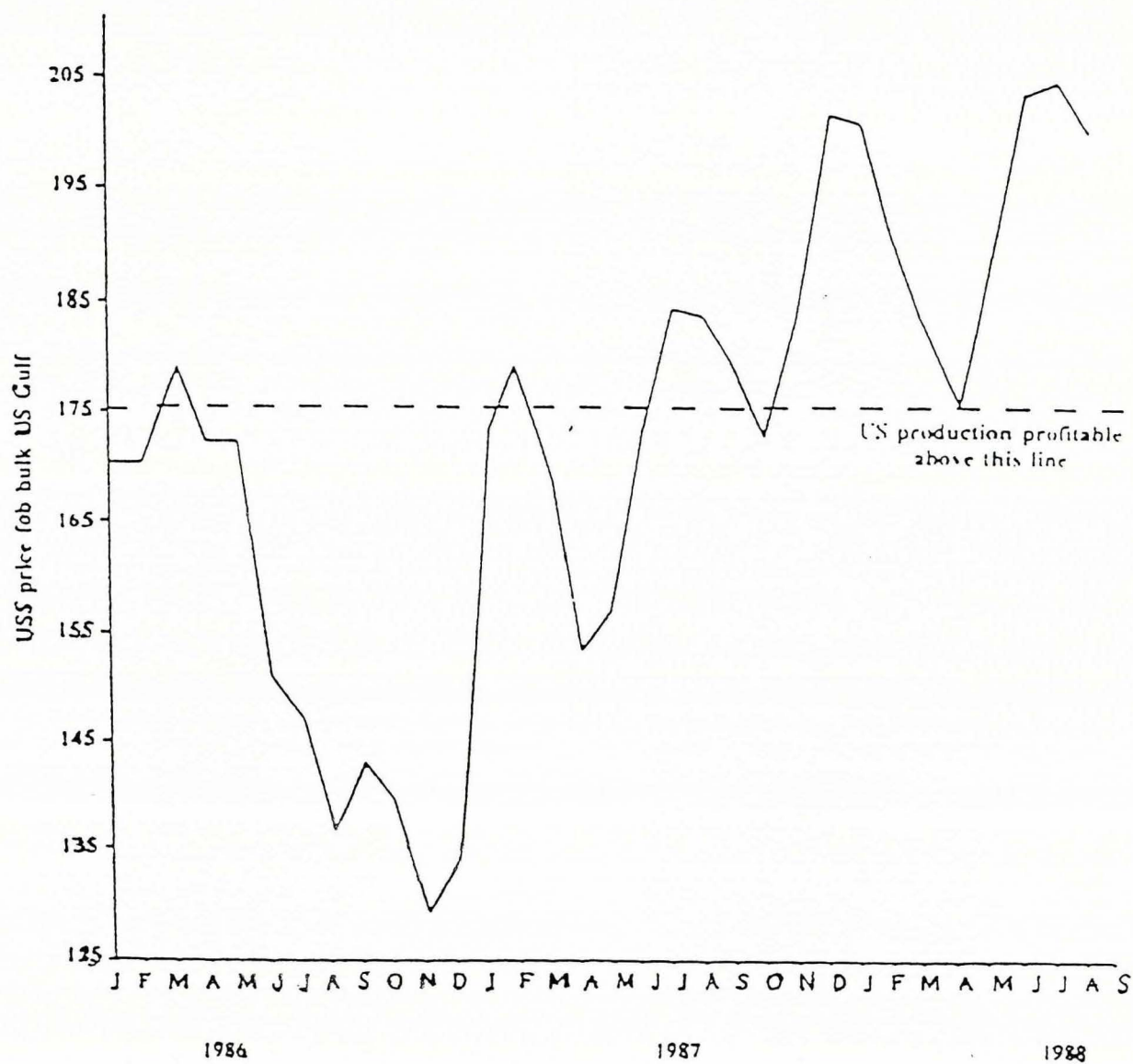


Tableau des matières contrôlées et utilisation

Gaz ----->	NH ₃	Urée	NO ₃ H	NO ₃ NH ₄	
Minerais Magnésiens (Dolomie, Serpentine) ----->					MgO
Minerais Calciques (Carbonate, Dolomie) ----->					CaO
Minerais Phosphatés ----->					P ₂ O ₅
Soufre ----->	Phosphates soufrés, SO ₄ H ₂				
SO ₄ H ₂ + Phosphate ----->	PO ₄ H ₃ , Super simple, P P S (*)				P ₂ O ₅
Phosphate + PO ₄ H ₃ ----->	Super triple ----->				P ₂ O ₅
Phosphate + NO ₃ H + NH ₃ ----->	Voie attaques nitriques ----->				N P ₂ O ₅

Seuls les minerais potassiques seraient à importer.

(*) PPS = Phosphates partiellement solubilisés.

Le Venezuela contrôlerait la presque totalité de ses matières premières et ceci lié à un marché potentiel important devrait permettre un développement harmonieux.

Si le Venezuela possède des atouts sérieux et certains, il ne faut pas oublier que :

- La fabrication des engrais pose des problèmes de rentabilité et que les produits finis par moment sont vendus sur le marché international en dessous de leur prix de revient.
- Le coût de l'engrais chez l'utilisateur final est affecté par bien d'autres facteurs que le coût de production et qu'il convient d'en tenir compte, si l'on ne veut pas avoir de désagréables surprises.

De ce fait, il faut être très prudent dans l'étude et dans ses conclusions.

* Un plan de modification de la politique de fertilisation et de réorganisation de la production est envisagé :

- Formulation près de l'utilisateur (Bulk-Blending) permettant de mieux répondre aux besoins réels des cultures.

- Fabrication d'urée granulée se prêtant mieux au Bulk que l'urée prillée. (Urée aussi plus appréciée sur le marché international) (Revamping des installations et nouvel atelier).
- Fabrication de granulés de base pour ces mélanges (DAP, MAP, et sulfo-phosphate sans doute, super triple) (Revamping des installations et nouvel atelier).

Importation de potasse compactée.

Le niveau des investissements à envisager est important et fait réfléchir les responsables. (Nécessité d'augmenter la capacité de production d'ammoniac et de phosphorique en plus).

De plus, la possibilité d'utilisation économique d'un phosphate local (RIECITO) pour la fabrication d'acide phosphorique à MORON n'est pas prouvée, des modifications sur l'atelier existant sont en cours de réalisation. (Séchage, broyage, réacteur, etc...).

On notera qu'un nouvel atelier de production d'acide sulfurique (800 Tonnes/jour) est en fin de construction sur le complexe de MORON.

Constats

- * Pas de chef de file responsable du projet jusqu'à présent, PALMAVEN semble vouloir prendre les opérations en main.
- * Pas de politique générale clairement définie, les motivations de base sont diverses et parfois concurrentes selon les sociétés ou organismes :
 - Développement d'une région pour FOSFASUROESTE.
 - Détection d'un marché potentiel pour une voie alternative plus économique pour PALMAVEN.
 - Economie de devises par meilleure utilisation des ressources locales et limitation des importations.
 - Augmentation de la production nationale d'engrais pour PEQUIVEN.
 - Développement de la production agricole par augmentation de la productivité, mais aussi l'augmentation des surfaces cultivées. (Autosuffisance et développement du centre Sud du pays).
 - Diminution du niveau de subventionnement des engrais.
 - Recherche plus ou moins appliquée sur l'efficacité agronomique des phosphates.

- Développement d'une formulation à la carte plus adaptée aux besoins réels des cultures.
 - Prise de conscience de la nécessité d'une certaine restructuration du secteur des engrais en particulier et de la chimie en général.
- * A notre avis, le projet doit être pris dans son ensemble et dépasser le stade purement local. La vraie et unique question étant :

Que pouvons nous faire d'économiquement intéressant pour le VENEZUELA à partir de ces phosphates ?

Et ceci, en appliquant une démarche globale qui intégrera tous les coûts réels de la fertilisation (Abdéquation avec la culture, coûts matières, coûts de distribution), le problème de production n'étant qu'un des aspects à prendre en compte.

- * Il paraît évident que le point de départ de notre étude est la bonne connaissance des phosphates disponibles, s'appuyant sur un échantillonnage sérieux des gisements.

Or, nous avons malheureusement pu constater que celui-ci n'avait pas été réalisé. (Grandes différences dans les résultats analytiques fournis, gisements en cours d'exploration seulement, début d'exploitation, non homogénéité des couches, etc...).

Dans ces conditions, la plupart des essais réalisés ne peuvent pas être pris en compte. Il convient donc dans un premier temps de reprendre totalement cette question.

- * Il ne fait aucun doute qu'il existe des ressources non négligeables en minéral phosphaté au Venezuela.

Pour l'instant, 4 gisements présentent un intérêt :

- Intérêt immédiat car ils sont en exploitation et accessibles : RIECITO et MONTE FRESCO.
- Intérêt à plus long terme, car ils sont seulement en phase d'exploration : LIZARDO et NAVAY, où posent des problèmes d'environnement : LIZARDO.

Compte tenu de l'importance de l'extraction déjà réalisée à RIECITO et MONTE FRESCO, un échantillonnage sérieux devrait être facilement réalisable. L'échantillon ainsi fabriqué servirait à toutes les études :

- . Caractérisation précise
- . Essais d'enrichissement
- . Tests de transformation industrielle
- . Tests agronomiques

et à tous les intervenants. (Des comparaisons et des recoupements pourraient alors être effectués).

- * Toutes les analyses de caractérisation réalisées sont selon notre expérience incomplètes, et sont essentiellement inspirées par l'utilisation traditionnelle des phosphates (Solubilisation totale).

Or, il conviendra d'explorer toutes les voies alternatives. (Application directe, solubilisation partielle, etc...). Et, dans ces conditions, il est nécessaire de mettre en oeuvre un certain nombre de techniques particulières.

- * De même, les tests agronomiques devront faire l'objet d'un protocole commun et être adaptés à ces nouvelles voies :
 - Tests de classement qui permettent de comparer en valeur relative l'efficacité agronomique des produits (Essais en vases de végétation).
 - Tests de mesure statistiques de l'efficacité de produits permettant la réalisation de calculs économiques (Essais aux champs).
- * Un début d'utilisation du phosphate de MONTEFRESCO en utilisation directe est réalisé dans deux petites unités de concassage, séchage, broyage, ensachage.

Une troisième unité serait envisagée dans l'avenir.

Marché visé environ 50.000 Tonnes/an sur prairies.

Ce produit serait acheté plus cher que le super 45 et donnerait satisfaction aux utilisateurs (Application bi-annuelle).

- * Il est envisagé d'utiliser sans traitement d'amélioration le phosphate de RIECITO dans le complexe de MORON. Un stock d'environ 200.000 tonnes est déjà en place.

Si les analyses moyennes de ce produit sont exactes, (Teneur en Silice $> 22\%$ et teneur en Féral élevée), notre expérience nous fait penser que l'exploitation risque de rencontrer de sérieux problèmes et ceci à deux niveaux :

- Fabrication d'acide phosphorique (Abrasion des matériels et qualité de l'acide).
- Fabrication du D.A.P. à l'atelier de granulation (Qualité du produit, caking, chute de rendement).

Les techniciens de l'usine sont conscients du problème et à notre avis, trouveront les solutions. Cependant, la mise au point risque d'être longue et coûteuse.

Il restera cependant, en cas d'échec, la possibilité de traiter du phosphate importé.

- * Il aurait été intéressant d'examiner si un mini-traitement d'amélioration sur le carreau de la mine ne permettrait pas de descendre la concentration des impuretés gênantes. Un gain de quelques % pouvant avoir des conséquences importantes au niveau de la facilité de traitement.

(Il est vrai que le manque d'eau dans la région est un handicap important à ce genre d'opération).

- * A la lecture des documents fournis, il semblerait que le phosphate de MONTEFRESCO est plus adapté à la fabrication d'acide phosphorique et ceux de RIECITO et LIZARDO à l'application directe. Pour les raisons invoquées précédemment, il faut rester très prudent sur l'interprétation des essais. Les essais de fabrication d'acide phosphorique à partir du phosphate de MONTEFRESCO ayant été par exemple réalisés sur un échantillon favorable et non représentatif du gisement. (Partie météorisée du gisement qui est la plus concentrée en P_2O_5 et qui ne représente qu'environ 60 % du gisement).

- * Une des contraintes majeures de la fertilisation est la saisonnalité très accentuée de la consommation des engrais, nécessitant :

- Un stockage important des engrais en morte saison, car la production intégrée verticalement nécessite de produire en permanence, générant :
 - . Des contraintes de qualités de conservation des produits finis.
 - . Des frais financiers importants.
 - . Des investissements en stockages intermédiaires.
- Des difficultés de transport et de distribution (manque de moyens de transport en pleine saison, d'où coût élevé).
- La mise en oeuvre d'une politique de rétribution des achats en morte saison. Le producteur est dans ce cas plus ou moins prisonnier du distributeur final et le bilan financier de ce genre d'opération peut être très lourd.

De plus, cette politique n'est pas facile à gérer dans la situation actuelle (Variation importante du cours des engrais, inflation, etc...).

- * En résumé, la potentialité de réalisation d'un projet de coopération existe (marché, nécessité de développement, ressources nationales en matières premières de base, volonté politique de changement, présence d'un tissu industriel, partenaire motivé, etc ...).

Cette potentialité est cependant tributaire de la possibilité réelle d'agir sur le niveau général de subventionnement de l'économie sans créer de graves risques de destabilisation (risque politique).

Projets de coopération

Il est incontestable que le groupe français représenté dans cette affaire par **TECHNIFERT S.A.** a une expérience importante et originale dans le domaine de la fertilisation phosphatée et que son appui et sa coopération peuvent être des facteurs décisifs de réussite.

Cependant, le projet est essentiellement basé sur l'utilisation des phosphates locaux, et il est clair qu'il convient au départ de bien connaître ces derniers pour déterminer ce qu'on peut en faire, d'où la nécessité d'une étude sérieuse de caractérisation de ceux-ci.

Cette étude effectuée, il faudra définir un projet complet et déterminer la faisabilité de celui-ci.

En fonction des résultats de cette dernière étude, on pourra alors réfléchir aux montages financiers envisageables ou sur les formes de coopération à mettre en oeuvre.

Celles-ci peuvent d'ailleurs être relativement complexes, le groupe français étant intéressé par exemple, par des liens privilégiés avec des producteurs d'engrais azotés.

Conclusion

Si l'on veut aller vite et ne pas perdre de temps, nous proposons les étapes suivantes :

1. Caractérisation précise des phosphates en commençant par les gisements de MONTE FRESCO et RIECITO.
2. Etude générale du problème de fertilisation axé sur l'utilisation de ces phosphates et établissement en commun d'un projet complet avec un partenaire local clairement identifié.
3. Faisabilité de ce projet selon deux aspects :
 - . Aspect développement
 - . Aspect business
4. Etablissement d'un projet de coopération concret.

10 - LES ETAPES DES ACTIONS A ENTREPRENDRE

1 - Echantillonnage des gisements

MONTE FRESCO : Fabrication sur place d'un échantillon représentatif du gisement.

RIECITO : Envoi des documents existants pour dépouillement, ainsi que des trois échantillons caractérisant les trois sites du gisement. Si renseignements insuffisants, fabrication sur place d'un échantillon représentatif.

2 - Envoi en France

A Saint-malo de deux échantillons de cinq tonnes chacun (voir instructions de transport).

3 - Etude détaillée de caractérisation des phosphates

4 - Etude et recherche d'un système de fertilisation économique basé sur l'utilisation de ces minerais comprenant :

- Diagnostic des types d'utilisation envisageables.
- Préconisation des traitements nécessaires d'amélioration des phosphates.
- Mise au point en pilote des produits sous leur forme commerciale.
- Evaluation de l'efficacité agronomique des produits.
- Sélection des produits intéressants en fonction de l'efficacité et du coût prévisible.
- Fabrication en pilote d'échantillons représentatifs destinés aux essais aux champs.
- Paramétrage des données techniques de fabrication.
- Assistance aux essais agronomiques aux champs.
- Formation éventuelle des intervenants locaux.

5 - Etude complète du projet de fertilisation comprenant :

- Plan d'approvisionnement des matières premières.
- Production (produits, procédés et moyens de production, localisation des centres de transformation, plan d'exploitation, formulation, conditionnement, organisation de la production, etc...).
- Distribution, transports.
- Commercialisation.

6 - Faisabilité économique et financière

7 - Etablissement d'un projet de coopération

Remarque

L'ensemble des étapes indiquées précédemment demande une coopération étroite avec divers intervenants locaux, aussi à notre avis, il est nécessaire de déterminer dès le départ un chef de file local qui aura la pleine responsabilité du projet.

11 - TESTS POUR FABRICATION DE PHOSPHATE PARTIELLEMENT SOLUBILISE

Introduction

Avant d'envisager la fabrication de phosphate partiellement solubilisé, il convient d'effectuer en laboratoire et en station pilote, un certain nombre de tests, de mesures et d'analyses qui auront pour but :

- De caractériser les matières premières utilisées.
- De déterminer la matrice des attaques de solubilisation et les produits obtenus lors de ces attaques.
- De déterminer les conditions opératoires de fabrication.
- De déterminer la qualité des produits obtenus :
 - . Efficacité agronomique
 - . Présentation
 - . Conservation
 - . Délitement
- De déterminer les zones économiquement et agronomiquement intéressantes.

Préparation des essais

Matières premières

- Echantillonner très soigneusement :
 - 5.000 kg de phosphate (Minimum).
 - 2.500 kg d'acide phosphorique technique.
 - 2.500 kg éventuellement d'acide phosphorique dilué.
 - 1.000 kg d'acide sulfurique.

(Ces échantillons devront être soigneusement conservés car ils serviront pour l'ensemble des essais).

Caractérisation du phosphate

Celle-ci devra être très complète et comprendra :

- Analyses chimiques.

P_2O_5 total	MgO
P_2O_5 soluble acide formique	Na_2O
Al_2O_3	K_2O
Fe_2O_3	F-
SiO_2 total	Cl-
SiO_2 solubilisable	SO_4^{--}
Matières Organiques Totales	S--
Matières Organiques Légères	CO_2
Métaux lourds	
CaO	

- Analyses minéralogiques.

Espèces minérales présentes.
Répartition entre minéral intéressant et gangue.
Etc ...

- Test additionnel de contrôle de solubilité.

Analyses surface spécifique et solubilité formique en fonction des tranches granulométriques.

- Mesure de paramètres technologiques.

Aptitude au broyage (Work index de Bond)
Abrasive
Aptitude à l'agglomération
Etc ...

- Analyses physiques.

Granulométrie du phosphate broyé
Diffraction R.X. pour détermination paramètres l'apatite.
Porosité (BET)
Eventuellement infra-porosité
Thermogravimétrie
Analyse thermique différentielle
Potentiel Zéta

- Test spécial de mobilité du P_2O_5 .

Solubilité dynamique

Caractérisation de l'acide phosphorique

- Analyses chimiques.

P_2O_5 total	Fe_2O_3
SO_4 total	MgO
Acidité 1	CaO
Acidité 2	F-
Al_2O_3	Matières en suspension

- Analyse physique.

Densité

Caractérisation de l'acide sulfurique

- Analyse chimique.

% MHS

- Analyse physique.

Densité

Conduite des essais

Matériels

- Un mélangeur Lodige à double enveloppe équipé de :
 - . Un système de contrôle de température
 - . Un dispositif d'injection de liquides
 - . Un dispositif de contrôle du réchauffage
- Un turbo-granulateur Eirich équipé de :
 - . Un système de contrôle de température
 - . Un dispositif d'injection de liquides
- Un réacteur de préparation des liqueurs d'attaque, comprenant :
 - . Un agitateur
 - . Un serpentin de réchauffage
 - . Un indicateur de température
 - . Un indicateur de poids ou de niveau
- Un ensemble de pesage des constituants solides et liquides.
- Un plateau granulateur à caractéristiques réglables :
 - . Pente
 - . Vitesse
 - . Injection de liquides
- Un sécheur fluidisé
- Une presse de compactage

Mode opératoire

A adapter selon le niveau des attaques et la qualité des phosphates utilisés.
Quantité minimum de phosphate moulu par essai = 25 kg.

Analyses

Au bout de 24 heures, 7 et 24 jours, faire les analyses suivantes :

- P_2O_5 Total
- P_2O_5 Soluble Acide Formique 2 %
- P_2O_5 Soluble citrate
- P_2O_5 Soluble eau
- P_2O_5 Libre
- H_2O
- N, K_2O , CaO , MgO si nécessaire
- F-

Nombre d'essais à prévoir

- Attaques sulfuriques (6)
- Attaques phosphoriques (6)
- Attaques mixtes (12)
- Attaques complexes (12)

Présentation des résultats (voir modèles)

Tests agronomiques

- Essais en vase de végétation :
 - . Sur sols locaux
 - . Micro-graines
- Bilan utilisation P_2O_5 par méthode "dilution isotopique"
- Tests de classification relative d'efficacité en comparaison avec produits traditionnels

Tests chimiques

- Mesures de mobilité P_2O_5 et CaO par "méthode extraction dynamique".

Tests de granulation

- Mise au point des conditions de granulation :
 - . En humide (Granulation)
 - . A sec (Compactage)
- Fabrication d'échantillons de 200 kg utilisables pour essais aux champs.

Tests de qualité

- Tests de prise en masse et traitements de protection.
- Tests de délitement .
- Tests d'évolution dans le temps.

Tests de compatibilité et de conservation

- Urée
- Nitrate

Tests de fabrication d'engrais complexes

- En humide et à sec.

Tests de confirmation d'intérêt

- Essais aux champs pour détermination coefficient statistiques d'efficacité agronomique et acceptabilité par l'utilisateur final.

12 - FABRICATION D'UN ECHANTILLON REPRESENTATIF

Il est nécessaire pour réaliser des études sérieuses qui engagent en fait toute la fiabilité du projet, de réaliser un échantillon le plus représentatif possible des gisements.

Cela nous paraît plus facile maintenant, compte tenu du degré d'avancement de l'extraction sur les sites.

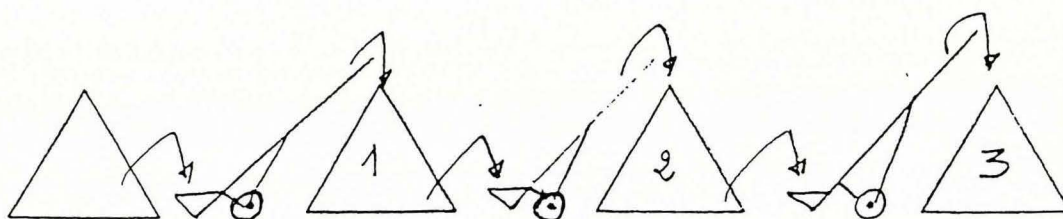
MONTE FRESCO

Comme la mine approvisionne la petite usine voisine, il nous paraît intéressant d'utiliser les moyens de celle-ci.

Mode opératoire

- Alimenter chaque jour l'usine en produit jugé comme représentatif par l'exploitant.
- Pendant 30 jours, prélever à la sortie du premier broyeur, un échantillon d'environ 2 tonnes.
- Sur ce prélèvement, échantillonner environ 10 kg et faire avec le restant un tas qui sera stocké à l'abri.
- Rassembler tous les 5 jours, les échantillons de 10 kg et échantillonner environ 5 kg.
- On aura alors à la fin des prélèvements :
 - . 6 échantillons de 5 kg - Réf. : A1, A2, A3, A4, A5, A6.
 - . 6 échantillons de 45 kg- Réf. : B1 - B2, B3, B4, B5, B6.
 - . Un tas d'environ 60 Tonnes.
- Remélanger soigneusement les échantillons B, on aura alors un échantillon moyen d'environ 270 kg.
Echantillonner alors 5 kg - Réf. : B0.

- Mélanger le tas de 60 Tonnes 3 fois, selon la méthode suivante :



- Echantillonner 300 kg sur le tas en 6 échantillons de 50 kg.
- Echantillonner sur chaque échantillon 5 kg.
- On aura alors en plus :
 - . 6 échantillons de 5 kg - Réf. : C1, C2, C3, C4, C5, C6.
 - . 6 échantillons de 45 kg- Réf. : D1, D2, D3, D4, D5, D6.
 - . Un tas d'environ 60 Tonnes homogénéisé.
- Remélanger soigneusement les échantillons D, on aura alors un échantillon moyen d'environ 270 kg.
Echantillonner alors 5 kgs - Réf. : D0.
- Broyer séparément à 2 mms l'ensemble des échantillons.
A1, A2, A3, A4, A5, A6, B0
C1, C2, C3, C4, C5, C6, D0
Faire 4 échantillons de 500 grammes de chaque.
 - . 2 sont destinés aux analyses locales (2 laboratoires)
 - . 1 nous sera envoyé pour contrôle d'étalonnage
 - . 1 sera conservé comme référence
- Faire sur chaque échantillon les analyses en double et par deux laboratoires.
 - . P_2O_5 Total sur sec
 - . CaO Total sur sec
 - . H_2O

- Nous aurons donc les résultats analytiques permettant de réaliser une petite étude statistique et déterminer la validité de l'échantillon moyen.
- Tous les échantillons seront repérés et stockés.
- L'échantillon de 60 Tonnes sera ensaché et conservé soigneusement, seulement si les analyses montrent qu'il est représentatif.

RICIETO

Nous ne connaissons pas le gisement, mais celui-ci est exploité depuis longtemps et des données doivent être disponibles (surtout que des études d'enrichissement ont été menées).

Celles-ci pourraient-elles nous être communiquées ?

Nous serions intéressés de plus par un échantillon de 5 kg environ prélevé par les géologues sur chacun des trois sites du gisement.

Si non, il sera nécessaire d'adapter la méthode décrite précédemment en fonction des moyens présents sur le site.

ENVOI D'ECHANTILLONS D'ENGRAIS

Afin de nous faciliter la réception des échantillons que vous nous adressez, et en particulier, afin de simplifier les formalités douanières, nous vous demandons de bien vouloir respecter les points suivants :

- Inscrire notre adresse exacte à l'extérieur du ou des colis ainsi que sur les documents d'accompagnement :

TECHNIFERT S.A.
B. P. 61
rue Clos du Noyer

35406 - ST MALO CEDEX (France)

- Indiquer la nature du produit, sa composition et ses références à l'intérieur et à l'extérieur du conditionnement.
- Joindre à l'envoi, une facture pro forma portant la description de la marchandise, son poids et sa valeur en douane, lorsque la marchandise est sans valeur commerciale.
- Etablir la lettre de transport à destination de RENNES lorsque le transport se fait par avion ou sur SAINT-MALO lorsqu'il se fait par tout autre moyen de transport.

PACHECO S.V.

Estudio del comportamiento de la roca fosfática del Edo. Tachira en la producción del ácido fosfórico polyfosfatos sódicos
Rapport TRIPOLIVEN\ C.A. Morón., Edo. Cosrabo p. 12.

PAULO ABIB ENG. S.A.

Propuesta para estudios de factibilidad y proyecto básico para el aprovechamiento de los yacimientos de roca fosfática de Navay y Monte Fresco - Venezuela.
Prop. 907/87, p. 58.

RHONE-POULENC

Phosphoric acid Rhone-Poulenc process tests with the rock from the "Monte Fresco", mine (Venezuela)
Rapport JL/RL. 88383. Juillet 1988, p. 8.

RODRIGUEZ S.E.

Recursos minerales de Venezuela
Bull Geol. XV, n° 27, Déc. 1966, p. 228.

URBANEK A.

Reporte técnico acerca de la producción de fertilizantes de fosfatos a partir de la roca fosfato del Etaso Tachira en Venezuela.
Warsaw Technical University, Feb. 1987, p. 31.

WETZEL Th.

L'agriculture vénézuélienne en 1987.
Rapport Ambassade France, Conseiller Economique Commercial, Sept. 1988, p. 27.

ITINERAIRE DE LA MISSION

3 et 4 Décembre 1988 :

Voyage de SAINT-MALO ou MONTPELLIER à PARIS et CARACAS.

5 Décembre :

Début des réunions avec PALMAVEN.

- . Entrevue avec le Président et la Direction de PALMAVEN.
- . Marché des engrais, distribution, transport, assistance technique.
- . Projets et technologies.

6 Décembre :

Voyage à Maracay :

- . Visite à la Faculté d'Agronomie de l'Université Centrale du Venezuela.
- . Visite à l'Institut des Sols à FONAIAP.

7 Décembre :

- . Visite du complexe industriel de MORON, de PEQUIVEN.
- . Réunion au FONAIAP à Maracay.

8 Décembre :

- . Ministère de l'Environnement et des Ressources Naturelles Renouvelables
- . Réunions avec PALMAVEN, analyse des premières informations reçues.

9 Décembre :

- . Ministère de l'Energie et des Mines.

11 Décembre :

- . Voyage à San Cristobal, Etat de Tachira.

12 Décembre :

- . Entrevue avec le Président de CORPORACION VENZOLANA DEL SUROESTE et le Directeur Général de FOSFASUROESTE.
- . Visite de l'usine de broyage FOSCAVEN.
- . Visite de la zone industrielle de la FRIA.
- . Visite du gisement de MONTE FRESCO.

13 Décembre :

- . Visite du gisement de NAVAY, du port fluvial de SANTOS LUZARDO, du complexe hydroélectrique de URIBANTE-CAPARO.

14 Décembre :

- . Réunion de travail à FOSFASUROESTE

15 Décembre :

- . Analyse des dossiers et rédaction du pré-rapport.

16 Décembre :

- . Réunions de synthèse avec PALMAVEN.

17 Décembre :

- . Départ pour PARIS, SAINT MALO ou MONTPELLIER.

PERSONNES RENCONTREES

PALMAVEN

- MM. Alfredo GRUBER, Président
Edie RAMIREZ, Directeur Technique
Rafael PINTO, Directeur Technologie et Projets
José ESTRADA, Direction Technologie et Projets
Johan NEUMAN, Directeur de Projets
Fernando CASTRO, Direction Distribution et Transports
Cesar AGUILAR, Assistance Technique
Mme Elia THEOLINDA, Planification
M. Léon ARRAEZ, Etude de Marchés

FACULTE D'AGRONOMIE, U.C.V., MARACAY

- MM. Edouardo CASANOVA, Coordinateur des Recherches sur la Fertilité des Sols
Anibal ROSALES, Intitut des Sciences du Sol
Melle Ana Mireya SALAS, FOSFASUORESTE

FONAIAP à MARACAY

- Mmes Julia de BRITO, Chimie des Sols, Fertilité
Isaura de ROJAS, Amendement calcaire, phosphate naturel
MM. Juan COMERMA, Coordinateur National, Institut des sols
Antonio SANCHEZ, Directeur de l'Institut Evaluation des sols
Francisco OVALLES
MM. Rafael PEREZ-SILVA, Fertilité des sols
Rdolfo DELGADO, Fertilité des sols
Belkis RODRIGUEZ, Fertilité des sols

PEQUIVEN

- Mme Sara FAJARDO de GUZMAN, Directeur Département Analyses de Projets
- MM. Paul EPPENSTEINER, Département Analyses de Projets
Alfredo RIERA, Directeur du Complexe de Moron
Daniel SOLORZANO, Sous-Directeur du Complexe de Moron
Dirque ZEA, Département Technique
Marcos TULIO, Département Technique
Edgar BOHORQUEZ, Département Technique
Manuel BARRETO, Relations institutionnelles
José MENDOZA, Coordination projets opérationnels
Antonio MARTINEZ, Projet de réhabilitation du phosphorique

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES

- Mmes Conception SUAREZ GONZALEZ, Directeur de la Planification et de l'Economie Minière
Aura NEUMAN SALCEDO, Géologue
- MM. MARQUEZ SALAZAR, Directeur Adjoint des Affaires Internationales
Carlos BERMUDEZ, Economiste

CORPORACION VENEZOLANA DEL SUROESTE

- MM. Enrique COLMENARES, Président de CVS
Simon MAZZEI, Directeur du Projet Fluvial

FOSFATOS DEL SUROESTE

- MM. Pedro Blas ROMERO, Directeur Général
Humberto CARDENAS, Directeur des Mines
Leandro GUERRA, Géologue
Pedro CONTRERA, Directeur de la Mine de MONTE FRESCO
- Mme Ana Mireya SALAS, Agronome
M. Julio GONZALEZ

AMBASSADE DE FRANCE : CARACAS

- MM. Jean Claude LALOU, Conseiller Economique et Commercial
Thierry WETZEL, Attaché Agricole
André de COURVILLE, Délégué Régional de Coopération